

**MATHEUS JOÃO ACCORONI THEODORO**

**APLICAÇÃO DA COMPUTAÇÃO GRÁFICA NA  
RECONSTRUÇÃO DE FACE PARA  
RECONHECIMENTO: UM ESTUDO DE CASO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades Bioengenharia - Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Ciências.

Área de Concentração: Bioengenharia

Orientador: Prof. Dr. Paulo M. de Azevedo Marques

São Carlos,  
2011

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

T314a      Theodoro, Matheus João Accoroni  
            Aplicação da computação gráfica na reconstrução de  
face para reconhecimento : um estudo de caso. / Matheus  
João Accoroni Theodoro ; orientador Paulo M. de Azevedo  
Marques. -- São Carlos, 2011.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação de  
Interunidades em Bioengenharia) -- Escola de Engenharia  
de São Carlos; Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto ;  
Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São  
Paulo, 2011.

1. Medicina forense. 2. 3D. 3. Computação gráfica. 4.  
Forense. 5. Reconstrução facial. I. Título.



Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia  
EESC / FMRP / IQSC

MATHEUS JOÃO ACCORONI THEODORO  
MESTRADO EM CIÊNCIAS  
ÁREA DE BIOENGENHARIA

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS  
- GRADUAÇÃO INTERUNIDADES BIOENGENHARIA  
EESC - FMRP - IQSC DA UNIVERSIDADE DE SÃO  
PAULO PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM  
CIÊNCIAS NA ÁREA DE BIOENGENHARIA.

Aprovado em: 06/09/2011

PROF. DR. PAULO MAZZONCINI DE  
AZEVEDO MARQUES (ORIENTADOR)

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP

Resultado: Aprovado

Assinatura: [Assinatura]

PROF. DR. MARCO AURÉLIO  
GUIMARÃES

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP

Resultado: Aprovado

Assinatura: [Assinatura]

PROF. DR. MARCELLO HENRIQUE  
NOGUEIRA BARBOSA

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP

Resultado: Aprovado

Assinatura: [Assinatura]

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho aos meus pais João Osório Theodoro e Edna Aparecida Accoroni Theodoro, aos meus irmãos, Thadeu Lucas Accoroni Theodoro, Maria Isabel Accoroni Theodoro e André Marcos Accoroni Theodoro e a minha avó materna Ilda Pavani Accoroni, por sempre terem me incentivado e apoiado em todos os momentos importantes da minha vida.

A minha esposa amada, Renata Andreza Perez Theodoro, com muito amor e carinho, pelo incentivo e paciência durante todo o período necessário para o desenvolvimento desse estudo.

Aos meus mestres, amigos e colegas que sempre contribuíram com a minha educação e formação, me inspirando e guiando na direção correta.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Sr. Gustavo Hubaide Carneiro, meu chefe, que me incentivou em buscar novos conhecimentos. Por ter sido paciente com a minha ausência no trabalho para que eu pudesse desenvolver esse estudo.

Ao Prof. Dr. Marcello Henrique Nogueira-Barbosa, pela grande ajuda na coleta das imagens do crânio utilizado nesse estudo.

A Paula R. Diniz, pela sua importante ajuda no posicionamento dos pontos craniométricos.

Ao Centro de Medicina Legal de Ribeirão Preto – CEMEL – aos seus funcionários, que sempre ajudaram nas etapas de desenvolvimento desse estudo.

Ao Centro de Imagens e Física Médica do Hospital das Clínicas da FMRP-USP, pela ajuda na aquisição das imagens de TC.

Aos meus colegas de estudo.

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

Ao Prof. Dr. Marco Aurélio Guimarães, pela sua grande contribuição a esse trabalho. Agradeço pelos sábios conselhos, pela amizade e pela oportunidade. Espero ainda poder desenvolver novos estudos e continuar contribuindo com o grandioso trabalho que tem sido desenvolvido pelo senhor no Centro de Medicina Legal de Ribeirão Preto.

Ao Prof. Dr. Paulo Mazzoncini de Azevedo Marques, orientador, por ter acreditado no meu potencial e sempre ter incentivado e apoiado em tudo que foi necessário. Pela sua visão e sabedoria. Espero também que possamos continuar desenvolvendo novos estudos juntos.

## RESUMO

THEODORO, M. J. A. **Aplicação da Computação Gráfica na Reconstrução de Face para Reconhecimento: Um estudo de Caso.** 2011. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Interunidades Bioengenharia – Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

A reconstrução facial, também conhecida como aproximação facial, é conhecida e realizada há muito tempo por profissionais da medicina forense e de áreas antropológicas. No caso da medicina forense, por exemplo, ela pode ser bastante útil quando não existem indícios que viabilizem a identificação do indivíduo por meios considerados de maior precisão, como por exemplo, exame de DNA ou de arcos dentários. Outra aplicação possível é auxiliar aos investigadores na redução do número de sujeitos (soluções) possíveis em casos de indivíduos não identificados, viabilizando a aplicação de exames de maior precisão. Existem vários métodos utilizados para a reconstrução facial, que pesquisadores constantemente buscam melhorar e aperfeiçoar. Esses métodos podem ser classificados em reconstrução facial por meio de imagens 2D ou reconstrução facial por meio de objetos 3D. Dentre esses métodos, podemos encontrar a reconstrução facial que faz uso de ferramentas de computação gráfica em 3D que pode ser realizada tanto na forma manual, onde ferramentas de computação gráfica simulam ferramentas utilizadas no mundo real no processo de reconstrução facial, ou na forma automatizada, onde o usuário informa ao software alguns dados como sexo, idade e etnia e a máquina realiza todo o processo de reconstrução facial. A proposta desse trabalho foi de aplicar técnicas de modelagem e de inserção de medidas de tecidos moles em um modelo 3D de crânio, de forma a validar o uso da computação gráfica como ferramenta de auxílio ao reconhecimento facial em procedimentos de medicina forense. O modelo de crânio foi reconstruído a partir de imagens obtidas por exame de tomografia computadorizada de um crânio real. Foi realizado um estudo de caso de um cadáver exumado de uma pessoa que possuía o registro de imagem em vida e utilizados dados de medidas de tecidos moles da face de brasileiros. Os testes foram realizados manualmente utilizando ferramentas de computação gráfica em 3D, atualmente disponíveis e os resultados avaliados de forma quantitativa. Os testes quantitativos foram realizados de forma a comparar os relevos 3D das reconstruções de face com interpolação e sem interpolação de pontos craniométricos e para diferentes padrões de tecidos moles.

Palavras-chave: 3D, Computação Gráfica, Forense, Medicina Forense, Reconstrução Facial.

## ABSTRACT

THEODORO, M. J. A. **Application of Computer Graphics in Facial Reconstruction for Recognition: A Case Study.** 2011. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Interunidades Bioengenharia – Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

The facial reconstruction, also known as facial approximation, is performed for centuries by forensic medicine professionals and anthropological areas researchers. In the forensic medicine, for example, it is used when there is no evidence that allows the identification of the individual by considered accurate means, such as DNA testing or dental records. Thus, the purpose of facial reconstruction is to assist researchers in reducing the number of possible unidentified people, therewith allowing the use of accurate tests. There are several methods used for facial reconstruction and researchers are constantly seeking to refine and improve. Then, these methods can be classified as facial reconstruction using 2D images or 3D objects. Among these methods, we can find the facial reconstruction that uses 3D computer graphics tools. This method can be performed both in manual form, where computer graphics tools are used in simulating the real world tools in the facial reconstruction process, or the automated way, where the user input data such as gender, age and ethnicity and the machine performs the entire process of facial reconstruction. The work purpose is to apply modeling techniques and the inclusion of soft tissues measures in 3D skull model, to validate the computer graphics use as a tool to aid the facial recognition in forensic medicine procedures. The skull model was reconstructed from computed tomography. Thus, we performed a study case of an exhumed body, who had the image registration in life as well as soft tissue measures data of the Brazilians' faces. The tests were performed using manually 3D computer graphics tools currently available and the results were evaluated both quantitatively. The quantitative tests were performed comparing the surfaces of 3D reconstructions with interpolated and no interpolated craniometric points and to different soft tissues patterns.

Keywords: 3D, Computer Graphics, Forensic, Forensic Medicine, Facial Reconstruction.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Imagens de um mesmo homem demonstrando como uma mesma pessoa pode se diferenciar somente alterando objetos e detalhes de composição. (WILKINSON, 2004) ..... 14
- Figura 2. Imagens de diferentes pessoas e suas diferentes digitais. (WILKINSON, 2004).. 14
- Figura 3. Produção de um crânio tridimensional a partir de informações bidimensionais. O crânio foi modelado utilizando radiografias e redimensionando utilizando padrões, pelo qual marcações craniométricas e fotográficas foram utilizadas para prover um maior detalhamento e precisão. A = Lado da visão do modelo do crânio com o escalonamento igual à imagem base. B = Visão perpendicular ao modelo do crânio com todas imagens base sendo exibidas. C = Visão lateral do crânio com transparência e com a imagem de radiografia como base. (WILKINSON 2008) ..... 18
- Figura 4. Reconstrução bidimensional a partir da fotografia de um crânio. (WILKINSON, 2008) 19
- Figura 5. Etapas do processo de reconstrução facial digital em 3D ..... 20
- Figura 6. Imagem do crânio reconstruído dentro da aplicação Invesalius ..... 22
- Figura 7. Imagem dos pontos craniométricos aplicados sobre a superfície do crânio reconstruído tridimensionalmente pela aplicação Invesalius ..... 23
- Figura 8. Malha da face 3D genérica utilizada no processo de reconstrução facial ..... 24
- Figura 9. Modificador de malha de polígonos FFD ..... 25
- Figura 10. Exemplo do uso da ferramenta “Paint Deformation” utilizada para ajuste fino de posicionamento de malha ..... 26
- Figura 11. Resultado do ajuste da superfície da face genérica 3D sobre os pontos craniométricos ..... 26
- Figura 12. Representação da área resultante da conexão de um ponto craniométrico com a superfície da face 3D genérica utilizando o modificador “Skin”. A área em vermelho

representa a região de maior conectividade e em azul a de menor conectividade entre a superfície da face 3D genérica e os pontos craniométricos. .... 27

Figura 13. Interpolação dos pontos craniométrico com a simulação da musculatura facial. Etapa realizada no processo de reconstrução facial manual (parte do vídeo do Discovery Channel: How It's Made disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=RUpImzyqoAI&feature=related>)..... 28

Figura 14. Pontos Pa e Pb são resultados da interpolação entre os pontos P0 e P1 ..... 29

Figura 15. Resultado do processo de interpolação entre os pontos craniométricos. Pontos verdes representam os pontos definidos por SANTOS (2008), com as suas alturas determinadas pelas tabelas de medidas de tecidos moles de SANTOS (2008), e os pontos em azul claro são resultantes do processo de interpolação dos pontos em verde. .... 30

Figura 16. Parte de um dos trinta e dois scripts utilizados para a inserção das medidas nos pontos craniométricos ..... 31

Figura 17. Método descrito por GERASIMOV (in WILKINSON, 2004), onde ele sugere a existência de correlação entre os tecidos moles e duros da cavidade nasal. Sendo que A,B,C e D representam a correlação na visão lateral e 1,2,3 e 4 na visão frontal (WILKINSON, 2004)

33

Figura 18. Método de determinação do formato do nariz descrito por PROKOPEC e UBELAKER (in WILKINSON, 2004)..... 34

Figura 19. Formas básicas da projeção labial propostas por GERASIMOV (in WILKINSON, 2004)..... 35

Figura 20. Posicionamento correto dos lábios centralizado em relação a coroa dos incisivos superiores e entre a junção dos primeiros pré-molares superiores segundo ANGEL (in WILKINSON, 2004)..... 36

Figura 21. Método descrito por FEDOSYUTKIN e NAINYS (in WILKINSON, 2004) para a determinação do posicionamento das sobrancelhas..... 37

Figura 22. Ângulo da orelha dado a partir do ângulo lateral da mandíbula proposto por GERASIMOV (in WILKINSON, 2004)..... 37

Figura 23.	Imagens diferentes aplicadas sobre a mesma face 3D reconstruída.....	38
Figura 24.	Envelhecimento da face masculina e feminina. (WILKINSON, 2004) .....	39
Figura 25.	A esquerda, em tons de cinza, a imagem utilizada em conjunto com o modificador “Displace” e a direita o resultado de sua aplicação. ....	40
Figura 26.	No sentido da esquerda para a direita, a primeira face com o modificador “Morph” em 0%, a segunda com 50% e a terceira com 100%. Nas três imagens somente foram alteradas as medidas da área do pescoço. ....	41
Figura 27.	Lista de modificadores, sendo que o primeiro modificador é o “Editable Poly” e o último o “Displace”.....	41
Figura 28.	Exemplo de composição final de uma reconstrução facial (WILKINSON 2010) 42	
Figura 29.	A esquerda a imagem mostra o ambiente 3D utilizado para coletar o relevo das faces e a direita a imagem resultante da união das imagens coletadas. ....	43
Figura 30.	Na imagem da esquerda é possível ver o resultado da comparação entre as reconstruções faciais utilizando a tabela para indivíduos do sexo masculino com baixo peso e indivíduos do sexo masculino com obesidade 1 da tabela 9 de SANTOS (2008). No apêndice. Na imagem da direita, a mesma imagem é projetada sobre uma das faces reconstruídas para uma melhor visualização das regiões mais afetadas.....	44
Figura 31.	Imagens frontal, lateral e em perspectiva da face reconstruída utilizando interpolação dos pontos craniométricos e as medidas das tabelas 4, 5 e 6 de indivíduos do sexo masculino definidas por SANTOS (2008).....	45
Figura 32.	Imagens frontal, lateral e em perspectiva da face reconstruída utilizando somente os pontos craniométricos e as medidas das tabelas 4, 5 e 6 de indivíduos do sexo masculino definidas por SANTOS (2008).....	46
Figura 33.	À esquerda, é possível visualizar na visão frontal os pontos craniométricos utilizados na comparação e à direita, a sobreposição de duas reconstruções, sendo que uma foi realizada com interpolação de pontos e outra sem interpolação. A região em vermelho claro representa a diferença existente entre as reconstruções. Os pontos 14, 15, 16 e 17 são os	

pontos determinados por SANTOS (2008) já os pontos intermediários, com a cor rosa, são os pontos resultantes da interpolação dos mesmos pontos. ....	47
Figura 34. Comparativo das reconstruções com e sem interpolação de pontos crâniométricos. As áreas em azul representam variações entre 0 e 3mm, em verde de 3 a 6mm e em vermelho de 6 a 9mm. ....	48
Figura 35. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino até 30 anos. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino de 31 a 40 anos. ....	49
Figura 36. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino de 41 a 50 anos. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino de 51 a 60 anos. ....	49
Figura 37. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino acima de 60 anos. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino. ....	50
Figura 38. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino com baixo peso. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino com peso normal. ....	50
Figura 39. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino com pré-obesidade. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino com obesidade 1. ....	51
Figura 40. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos brasileiros. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos de ancestralidade asiática. ....	51
Figura 41. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos de ancestralidade indefinida. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos da ancestralidade miscigenada (africano/caucasiano). ....	52
Figura 42. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino de ancestralidade africana. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos de ancestralidade caucasiana. ....	52

Figura 43. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos de ancestralidade caucasiana com peso normal. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos de ancestralidade caucasiana, de peso normal e sexo masculino.....	53
Figura 44. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos de ancestralidade caucasiana com pré-obesidade. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos de ancestralidade caucasiana, com pré-obesidade e sexo masculino. ....	53
Figura 45. Comparação entre as tabelas de indivíduos do sexo masculino até 30 anos e indivíduos do sexo masculino com idade maior que 60 anos. Tabela 7 em anexo. ....	54
Figura 46. Comparação entre as tabelas de indivíduos do sexo masculino com baixo peso e indivíduos do sexo masculino com nível de obesidade 1. Tabela 9 em anexo. ....	55
Figura 47. Comparação entre as tabelas de indivíduos de etnia branca com peso normal e indivíduos de etnia branca com pré-obesidade. Tabela 12 em anexo.....	55
Figura 48. Comparação entre as tabelas de etnia branca com indivíduos de etnia amarela. Tabela 11 em anexo. ....	56
Figura 49. Comparação entre as tabelas de etnia branca com indivíduos de etnia mulata. Tabela 11 em anexo. ....	56
Figura 50. Comparação entre as tabelas de etnia branca com indivíduos de etnia negra. Tabela 11 em anexo. ....	57

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Denominação, descrição anatômica e localização em imagens multiplanares de RM dos pontos craniométricos de 0 a 11 situados na linha média. (SANTOS, 2008)..... 65
- Tabela 2** Denominação, descrição anatômica e localização em imagens multiplanares de RM dos pontos craniométricos de 11 a 21 situados bilateralmente. (SANTOS, 2008)..... 66
- Tabela 3** Média e desvio padrão (desvpad), em milímetros, das mensurações de tecidos moles da face realizadas em brasileiros vivos utilizando-se imagens de 186 exames de RM a partir dos pontos craniométricos estudados envolvendo a linha média e os lados direito e esquerdo da face. (SANTOS, 2008) ..... 67
- Tabela 4** Média e desvio padrão, em milímetros, das mensurações de tecidos moles da face realizadas a partir de 186 exames de RM de brasileiros vivos para os pontos da linha média separados pelo gênero masculino e feminino e valor de prova do teste T de Student's. (SANTOS, 2008) ..... 67
- Tabela 5** Média e desvio padrão, em milímetros, das mensurações de tecidos moles da face realizadas a partir de 186 exames de RM de brasileiros vivos para os pontos direitos separados pelo gênero masculino e feminino e valor de prova do teste T de Student's. (SANTOS, 2008) ..... 68
- Tabela 6** Média e desvio padrão, em milímetros, das mensurações de tecidos moles da face realizadas a partir de 186 exames de RM de brasileiros vivos para os pontos esquerdos separados pelo gênero masculino e feminino e valor de prova do teste T de Student's. (SANTOS, 2008) ..... 68
- Tabela 7** Média e desvio padrão, em milímetros, resultante da mensuração da espessura tecidual da face, a partir dos pontos craniométricos e seus correspondentes em tecidos moles estudados em 97 exames de imagens multiplanares de RM de pacientes do gênero masculino e distribuídos segundo os cinco diferentes intervalos de idade criados e comparação das médias dos diferentes intervalos de idade. (SANTOS, 2008)..... 69

**Tabela 8** Média e desvio padrão, em milímetros, resultante da mensuração da espessura tecidual da face, a partir dos pontos craniométricos e seus correspondentes em tecidos moles estudados em 89 exames de imagens multiplanares de RM de pacientes do gênero feminino e distribuídos segundo os cinco diferentes intervalos de idade criados e comparação das médias dos diferentes intervalos de idade. (SANTOS, 2008)..... 70

**Tabela 9** Média e desvio padrão, em milímetros, resultante da mensuração da espessura tecidual da face, a partir dos pontos craniométricos e seus correspondentes em tecidos moles estudados em 50 exames de imagens multiplanares de RM de pacientes do gênero masculino e distribuídos segundo os cinco diferentes intervalos de índice de massa corporal e valor de prova do teste T de Student's resultante das comparações entre categorias B e C. (SANTOS, 2008) 71

**Tabela 10** Média e desvio padrão, em milímetros, resultante da mensuração da espessura tecidual da face, a partir dos pontos craniométricos e seus correspondentes em tecidos moles estudados em 50 exames de imagens multiplanares de RM de pacientes do gênero feminino e distribuídos segundo os cinco diferentes intervalos de índice de massa corporal e valor de prova do teste T de Student's resultante das comparações entre categorias B e C. (SANTOS, 2008) 72

**Tabela 11** Média e desvio padrão, em milímetros, resultante da mensuração dos pontos craniométricos localizados sobre a linha média e distribuídos segundo as etnias branca, negra, mulata, amarela, e etnia indefinida em exames de imagens multiplanares de RM. (n=186) (SANTOS, 2008) ..... 73

**Tabela 12** Média e desvio padrão, em milímetros, resultante da mensuração da espessura tecidual da face, a partir dos pontos craniométricos e seus correspondentes em tecidos moles estudados em 104 exames de imagens multiplanares de RM de pacientes da etnia branca e distribuídos segundo as categorias de IMC normal e pré-obesidade. (SANTOS, 2008)..... 74

**Tabela 13** Média e desvio padrão, em milímetros, resultante da mensuração da espessura tecidual da face, a partir dos pontos craniométricos e seus correspondentes em tecidos moles estudados em 75 exames de imagens multiplanares de RM de pacientes da etnia branca e distribuídos segundo as categorias de IMC normal e pré-obesidade em função do gênero. (SANTOS, 2008) ..... 75

## LISTA DE SIGLAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
CG	Computação Gráfica
CEMEL	Centro de Medicina Legal, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP
DICOM	Digital Imaging Communications in Medicine
FFD	Free-Form Deformation
OBJ	Formato de arquivo aberto para objetos 3D



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	6
1.1 Considerações iniciais .....	6
1.2 Motivação .....	8
1.3 Objetivo .....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA .....	10
2.1 O Reconhecimento Facial.....	10
2.2 Uso de Ferramentas no Reconhecimento Facial.....	15
3 MATERIAIS E METODOS.....	20
3.1 Reconstrução Facial .....	21
3.1.1 Digitalização 3D do crânio .....	21
3.1.2 Ajuste inicial da superfície da face com a superfície do crânio reconstruído .....	22
3.1.3 Aplicação das tabelas de medidas dos tecidos moles nos pontos craniométricos .....	30
3.1.4 Ajustes das características dos olhos, nariz, boca, orelhas e sobrancelhas .....	32
3.1.5 Ajustes finais de iluminação e composição da cena .....	42
3.2 Avaliação dos resultados .....	42
4 RESULTADOS .....	45
4.1 Comparação entre reconstruções com e sem a utilização de interpolação de pontos craniométricos .....	45
4.1.1 Resultados Visuais .....	45
4.1.2 Testes Quantitativos .....	46
4.2 Reconstruções faciais utilizando interpolação de pontos cranimétricos e dados de tecidos moles da face de brasileiros.....	48
4.2.1 Resultados Visuais .....	48
4.2.2 Testes Quantitativos .....	54
5 DISCUSSÃO .....	58
6 CONCLUSÕES .....	62
REFERÊNCIAS .....	63
APÊNDICE .....	65

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Considerações iniciais

Em uma investigação criminal ou de pessoas desaparecidas, existem várias maneiras de se realizar a identificação de um corpo. Dentre elas a análise de impressões digitais, de arcos dentários, de registros médicos, etc. Mas em alguns casos, muitas dessas evidências não estão presentes ou não podem ser utilizadas (ECHEVERRIA et al., 2003). Nesses casos a aproximação ou reconstrução facial tem sido uma valiosa ferramenta e tem obtido sucesso no reconhecimento de muitos indivíduos.

WILKINSON (2008) afirma que a reconstrução facial não é um método de identificação, mas sim uma ferramenta de reconhecimento que produz uma lista de nomes (candidatos) pelo qual o indivíduo pode ser identificado através do exame de DNA, análise dos arcos dentários ou outro método cientificamente aceito.

A reconstrução facial forense exige conhecimento significativo de certas características morfológicas do crânio, bem como de tabelas de medidas de profundidade dos tecidos moles da face em determinados pontos craniométricos selecionados. O constante aprimoramento e evolução desse saber, especialmente o conhecimento das medidas das espessuras dos tecidos moles e, por consequência, a compreensão dos métodos utilizados para a obtenção desses resultados, corrobora para aumentar a qualidade e eficácia do método de reconstrução facial forense. (SANTOS, 2008)

As medidas das espessuras dos tecidos moles da face, utilizadas nas reconstruções faciais, são baseadas em estudo antropológico e forense de indivíduos em variadas idades, padrões de massa corpórea, sexo e etnias. O número de pontos coletados pode variar entre os

diferentes protocolos seguidos pelos antropólogos. Entretanto, o método mais tradicional consiste na utilização de 21 pontos chaves, método esse descrito por J. Stanley Rhine e C. Elliot Moore (in PRAG et al., 1999).

A reconstrução facial pode ser dividida basicamente em dois grupos, a reconstrução facial em 2D e 3D. Ambas podem ser realizadas de forma manual, fazendo uso do papel (2D) e argila ou algo similar (3D), ou de forma computadorizada, utilizando softwares que simulam as ferramentas e as condições do mundo real. A forma computadorizada em 3D pode ser realizada de maneira automatizada ou semi-automatizada, utilizando bases de medidas de espessura dos tecidos moles da face, juntamente com informações capturadas do crânio encontrado. As deformações necessárias são aplicadas no modelo tridimensional final, juntamente com seleção das características de sexo, idade e de grupos étnicos determinados, obtendo como resultado o formato reconstruído da face de um indivíduo. (WILKINSON, 2010)

Nas reconstruções faciais em 3D feitas em argila ou via computador são necessárias a inserção das medidas das tabelas de tecidos moles nos pontos craniométricos determinados pela técnica utilizada, determinando assim a espessura do material que será utilizado na reconstrução facial. Um dos problemas relatados por pesquisadores é a falta de informação que existe nos intervalos dos pontos craniométricos das tabelas de medidas dos tecidos moles. Nesses casos os pesquisadores utilizam algumas formas para se obter a interpolação das medidas dos pontos vizinhos.

Outro problema descrito por ECHEVERRIA (2003) na criação de uma face baseada em um crânio, é que o mesmo não possui informações sobre o formato do nariz, dos lábios, dos olhos e das orelhas. Por esse motivo essas partes acabam não dependendo necessariamente do formato do crânio e, com isso, é necessário modelar essas características de forma subjetiva. Entretanto alguns métodos descritos por WILKINSON (2004) podem ser

utilizados de maneira a se retirar um pouco da subjetividade para essas características deixando um rosto reconstruído com um visual o mais natural possível.

A teoria por trás da reconstrução facial entende que, da mesma maneira que todos possuem faces únicas, todos também possuem crânios únicos e as pequenas variações na superfície, no formato e proporções do crânio provocam significantes variações nas nossas faces. (WILKINSON, 2004)

## **1.2 Motivação**

Nos casos que não é possível a identificação por métodos de maior precisão, a reconstrução ou aproximação facial tem se mostrado uma importante ferramenta para a área da medicina forense. Estudos realizados demonstram que em grande parte dos casos onde a face é reconstruída ela acaba sendo reconhecida. Estudos realizados na Universidade de Manchester mostraram que 70% dos casos entre 1982 e 2005 foram identificados e 64% entre 1997 e 2005 dos estudos realizados por Caroline WILKINSON também obtiveram resultados positivos (WILKINSON, 2008).

Até recentemente, o método ainda mais utilizado pela medicina forense consistia na modelagem dos tecidos moles em argila ou materiais similares sobre o crânio encontrado ou uma cópia do mesmo. Esse processo é feito de forma manual e por esse motivo é um processo demorado e que exige muita técnica e conhecimento. Somente um artista com conhecimentos específicos pode deixar o rosto modelado o mais próximo possível do suposto rosto do indivíduo em vida. Entretanto, esse método pode inserir muitas informações subjetivas na face reconstruída, por depender muito da interpretação e da experiência do artista e se limitar ao uso muito pequeno de reconstruções faciais para um mesmo indivíduo, na maioria dos casos a uma única reconstrução. Ou seja, ao uso de um único conjunto de

medidas de tecidos moles, o que pode reduzir consideravelmente as possibilidades de identificação do crânio encontrado. (WILKINSON, 2008)

Com o avanço da tecnologia, novos métodos ou aprimoramentos dos métodos artesanais de reconstrução facial surgiram e ainda estão surgindo. Na última década vários sistemas foram desenvolvidos para produzir a reconstrução facial fazendo uso de ferramentas computacionais, com o objetivo de aumentar a flexibilidade, a eficiência e a velocidade (WILKINSON, 2008). No entanto, a maioria das ferramentas desenvolvidas possibilita somente a troca de ferramentas reais pelo uso de ferramentas virtuais, ou seja, o processo de modelagem continua sendo puramente artesanal. Com isso o nível de subjetividade mantém-se praticamente o mesmo. Poucos métodos de modelagem automatizada ou semi-automatizada foram desenvolvidos até o presente momento, sendo que na maioria dos casos foram encontrados muitos obstáculos no desenvolvimento de modelos computacionais que fossem capazes de tal feito, como relatam ECHEVERRIA (2003) e EVISON (2001).

Porém, é perceptível o aumento da aplicação na medicina forense das reconstruções tridimensionais computadorizadas. Reconstruções computadorizadas deverão reduzir substancialmente os custos das reconstruções para as autoridades investigativas (EVISON et al., 2001).

### **1.3 Objetivo**

O objetivo primeiro desse trabalho foi o de investigar a aplicabilidade da computação gráfica como ferramenta de auxílio ao reconhecimento facial em medicina forense utilizando reconstruções faciais em 3D, tendo como base medidas de tecidos moles de faces humanas. Como objetivo secundário procurou-se verificar se as tabelas de medidas de tecidos moles de brasileiros, elaborada por SANTOS (2008), resultavam em faces diferentes para diferentes classes de sujeitos.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

### 2.1 O Reconhecimento Facial

A reconstrução facial é um processo pelo qual um rosto de um indivíduo é reconstruído a partir de um crânio. Várias orientações são utilizadas para determinar certas características das estruturas faciais como largura e a posição da boca. (TAYLOR, 2000; STEPHAN, 2003; WILKINSON et al., 2003)

O objetivo da reconstrução facial é o de produzir a aparência de um indivíduo que poderá ser reconhecido por alguém que conhecia essa pessoa em vida, como um amigo próximo ou membro de sua família. O reconhecimento facial é uma das mais amplas áreas da psicologia e uma grande quantidade de pesquisas foram produzidas. (HARMON, 1973; ELLIS et al., 1979; DAVIES et al., 1981; BRENNAN et al., 1985; BRUCE & GREEN, 1985; BRUCE & YOUNG, 1998, 1986) (in WILKINSON, 2004)

No mundo científico existe certa dúvida quanto aos resultados gerados por uma reconstrução facial. De um lado, pesquisadores afirmam que por conta da grande inserção de informações subjetivas o valor da reconstrução facial é praticamente nulo. De outro lado, pesquisadores acreditam que os resultados das reconstruções faciais são significativos e mostram resultados práticos, justificando a sua aplicação no processo de identificação onde não há outro método a ser utilizado. (LEE et al., 2010)

A precisão de uma reconstrução facial no processo de reconhecimento da face é algo que desafia o mundo científico. Segundo (LEE et al., 2010), grande quantidade de testes de reconhecimento foram realizados utilizando-se variações de tipos de reconstruções faciais, mas nenhum mostrou algum resultado significativo. Por outro lado, CLAES et al. (2006) e WILKINSON (2010) concluíram que a reconstrução facial não é um método de identificação.

Para eles, o objetivo final não é o de total precisão na reconstrução, mas sim o sucesso no reconhecimento.

O métodos de reconstrução facial não podem precisar com exatidão a identidade do indivíduo cuja face foi reconstruída, mas podem reduzir drasticamente o número de indivíduos com possibilidades de identificação, viabilizando assim que outros tipos de exames forenses de maior precisão possam ser utilizados. (WILKINSON, 2004)

LEE et al. (2010) descrevem que os testes que obtiveram melhores resultados foram aqueles nos quais familiares de pessoas cujas faces foram reconstruídas a reconheceram em meio a outras faces de indivíduos desconhecidos. Para HANCOCK et al. (2000) isso remete que os seres humanos estão muito mais propensos a identificar familiares do que pessoas sem tal ligação.

Para WILKINSON (2008) não existem dúvidas que a reconstrução ou aproximação facial se tornou uma ferramenta valiosa nas investigações forenses. Como resultado muitos indivíduos puderam ser identificados pela divulgação de uma reconstrução ou aproximação facial por meio de campanha publicitária.

Segundo OXLEE (2008), o reconhecimento ocorre quando há semelhanças, nas quais uma ou mais pessoas de convívio próximo, ou que estudaram imagens da pessoa em vida, acreditam que é possível que os sujeitos em confronto sejam a mesma pessoa. O reconhecimento pode ter algum valor probatório. Mas, normalmente, é utilizado apenas como suporte para definição de outras provas.

Para GATLIFF (1984) o objetivo final da reconstrução facial forense é a de criar a aparência do indivíduo no momento da sua morte. A imagem ou escultura resultante destina-se a ostentar uma semelhança adequada com a pessoa falecida para que possa contribuir com a sua identificação.

Os profissionais praticantes da reconstrução ou aproximação facial surgiram de várias áreas, que incluem a antropologia forense, anatomia, arte, medicina e ciência da computação. Diferentes abordagens neste domínio têm criado alguma confusão no que diz respeito à confiabilidade e à apresentação de uma reconstrução facial em um cenário forense. (WILKINSON, 2008) Ainda segundo WILKINSON (2008), os pesquisadores da área podem ser divididos entre os que defendem o processo como reconstrução facial ou aqueles que defendem como aproximação facial.

Os defensores da aproximação acreditam que os métodos atuais de reconstrução faciais são inexatos. Esses métodos podem apenas sugerir um conjunto de características faciais que podem ser aplicadas a muitos outros crânios ou faces. Portanto, muitas variações faciais de um mesmo crânio podem ser produzidas em uma tentativa de se aproximar da identificação e inspirar o reconhecimento do público. (WILKINSON, 2008)

Já os defensores da reconstrução facial, por sua vez, acreditam que a face e o crânio afetam diretamente um ao outro e que é possível determinar a morfologia do esqueleto facial em detalhe com confiabilidade suficiente para produzir uma representação reconhecível do indivíduo (GERASIMOV 1971, PRAG and NEAVE 1997, WILKINSON 2004)(in WILKINSON, 2008). Esse grupo tenta caracterizar o indivíduo, determinando os detalhes do rosto idiossincrático, e apenas um rosto será produzido a partir de cada crânio. Nesse caso, prefere-se o termo reconstrução facial para descrever o processo, pois este é o seu objetivo final. (WILKINSON, 2008)

Independentemente do método utilizado para se obter a face reconstruída, uma série de problemas importantes persistem. Um deles reside na aplicação do “padrão” de espessuras dos tecidos moles sobre o crânio, uma vez que é justamente a variação da espessura desse tecido que, em parte, dá a individualidade a uma face. Outro grande problema é que as características essenciais, como os olhos, lábios e cabelo não podem ser conhecidas por não



dependerem da estrutura óssea. Porém suas cores, formas, tamanhos etc são importantes no fornecimento de pistas para a identificação visual. (SHEPHERD, 2003)

Usuários da reconstrução ou aproximação facial possuem argumentos suficientes para defender os seus pontos de vista. Para WILKINSON (2008) as duas maneiras de se trabalhar e interpretar os dados buscam o mesmo resultado. Ou seja, buscam auxiliar no processo de identificação de pessoas, estando ambas as abordagens corretas em seus pontos de vista.

A combinação de limites de memória, efeitos de grupos étnicos, cujos indivíduos de um mesmo grupo étnico são capazes de reconhecer melhor outros indivíduos do mesmo grupo, de diferenças sexuais, onde mulheres são melhores para identificar pessoas do que homens, diferentes habilidades para identificação, influencias de atração e efeitos de composição e iluminação podem fazer com que uma mesma pessoa enxergue diferente em diferentes circunstâncias e diferentes pessoas tenham percepções similares em circunstâncias parecidas. (WILKINSON, 2004) As figuras 1 e 2 ilustram situações específicas de reconhecimento facial.



Figura 1. Imagens de um mesmo homem demonstrando como uma mesma pessoa pode se diferenciar somente alterando objetos e detalhes de composição. (WILKINSON, 2004)



Figura 2. Imagens de diferentes pessoas e suas diferentes digitais. (WILKINSON, 2004)

Outra dificuldade encontrada em identificar a pessoa cuja face foi reconstruída está na possibilidade da pessoa já ter desaparecido há muitos anos ou então ter se mudado de país antes de vir a óbito. Essa possibilidade pode dificultar e muito uma campanha publicitária onde a face reconstruída é divulgada em publico no intuito de encontrar alguém que

identifique a pessoa. A face pode ter sofrido mudanças significativas por conta dos anos passados ou então a divulgação pode não chegar às pessoas interessadas. (WILKINSON, 2004)

Gerasimov reconstruiu com perfeição muitos detalhes como cabelo sem que tenha obtido qualquer informação por meios forenses. Gerasimov somente os acrescentou a pedido da polícia e com as determinadas descrições nos casos que se tinha suspeita de quem seria a vítima. (WILKINSON, 2004)

Segundo WILKINSON (2004), existe uma maneira para testar a eficiência quantitativa de um processo de reconstrução facial, pelo qual uma lista de imagens de pessoas com a mesma característica física, idade, sexo e etnia é produzida e submetida à apreciação de pessoas que devem ser capazes de apontar as que mais se parecem com a imagem do indivíduo alvo. No caso de se utilizar uma reconstrução como indivíduo alvo a lista de imagens deverá ser formada por imagens de pessoas em vida e o contrário também é válido. Essa comparação pode ser classificada em cinco níveis, de muito parecido à sem nenhuma semelhança e as imagens deverão estar dispostas com um mesmo ângulo de visão, iluminação e outros detalhes complementares. Ainda segundo WILKINSON (2004), apesar desse tipo de teste poder mensurar a qualidade das reconstruções faciais, ele não reflete um cenário forense, onde pessoas próximas ou parentes irão reconhecer o indivíduo cuja face foi reconstruída.

## **2.2 Uso de Ferramentas no Reconhecimento Facial**

A primeira reconstrução facial descrita em um estudo científico foi realizada pelo pesquisador Wilhelm His no final do século 19 (WILKINSON, 2004). Desde lá, muitos outros estudos foram desenvolvidos. Partindo de reconstruções faciais 2D e 3D realizadas manualmente, até reconstruções digitais 3D, realizadas de forma manual, semi ou totalmente automatizadas (LEE et al., 2010). Todos os processos de reconstrução faciais citados

anteriormente passaram e ainda estão passando por aprimoramento e pelo desenvolvimento de novas técnicas. (WILKINSON 2008)

O pioneiro na coleta das medidas dos tecidos da face foi Gerasimov, em Moscou, que coletou a média da espessura dos tecidos moles em muitos pontos no crânio e reconstruiu esta camada com plasticina (massa de modelar) em crânios desconhecidos. (SHEPHERD, 2003)

A maioria dos métodos de reconstrução ou aproximação facial utilizam os dados de tecidos moles e essas medidas de profundidade de tecido moles devem ser escolhidas a partir do conjunto de dados mais adequado, dependendo do grupo étnico, sexo e idade do indivíduo (OXLEE, 2008). Geralmente a quantidade de pontos utilizadas em uma reconstrução facial fica entre 15 e 34 pontos. (WILKINSON, 2004)

Exames de tomografia computadorizada (TC), Ressonância Magnética (RM) e ultrassom possibilitam uma melhora significativa no processo de obtenção das medidas dos tecidos moles (LEE et al, 2010). Atualmente existe uma enorme variedade de tabelas de medidas de tecidos moles, das mais variadas etnias. Mas na sua grande maioria são resultantes de dados coletados em indivíduos post-mortem (WILKINSON, 2008). Com a utilização dessas novas técnicas é possível coletar dados em indivíduos em vida. Com essa possibilidade é possível aumentar significativamente o número de dados coletados, conseqüentemente aumentando a precisão dos dados gerados. Outra motivação é também que tecidos de indivíduos mortos sofram algum tipo de deformação post-mortem, como inchaço, deformação gerada pelos gases durante a putrefação ou pelo relaxamento muscular. Esse tipo de deformação pode deteriorar e até mesmo inviabilizar a utilização dos dados coletados (LEE et al, 2010).

Além dessas novas possibilidades de captação, para aumentar a qualidade da coleta das medidas e evitar a influência do efeito gravitacional sobre os tecidos moles, novos equipamentos de TC de baixa radiação, que pode ser utilizado para a coleta informações de

tecidos moles de indivíduos vivos, com funcionamento na posição vertical, estão atualmente em desenvolvimento. (LEE et al, 2010)

Segundo WILKINSON (2008), antropólogos faciais devem ser capazes de realizar uma avaliação detalhada do crânio, incluindo a determinação do sexo, idade, ascendência e morfologia facial. Idealmente, uma equipe de peritos, incluindo um antropólogo forense, patologista e odontologista, deverão ser consultados para fornecer o máximo de informações antes da reconstrução ou aproximação facial. As diretrizes de avaliação do crânio em relação à determinação da morfologia facial, baseada na morfologia do esqueleto, têm sido apresentados em diversas publicações (GERASIMOV 1955, KROGMAN AND ISCAN 1986, FEDOSYUTKIN AND NAINYS 1993, TAYLOR 2001, STEPHAN 2002, WILKINSON and MAUTNER 2003, WILKINSON et al. 2003, STEPHAN 2003a, STEPHAN 2003b, WILKINSON 2004)(in WILKINSON, 2008).

Dentre as partes da face humana que não podem ser determinadas por meio da análise antropológica do crânio estão cor da pele, detalhes na superfície da pele, acúmulo ou dispersão da gordura na face, cor dos olhos, espessura e dispersão dos pêlos e cabelo, espessura e contorno dos lábios e formato das orelhas. (LEE et al., 2010)

Segundo TAYLOR (2001), em alguns casos que são encontrados pertencentes junto com o corpo, os mesmos podem ajudar a compor a imagem e dar uma maior individualidade a reconstrução que será divulgada em público.

Nos casos nos quais o acesso ao modelo (crânio) original é restrito, a reconstrução facial baseada em computação pode ser empregada. Os dados transversais criados por raios-X de tomografia computadorizada (TC) ou escaners de superfície podem ser empregados para produzir um modelo digital tridimensional do crânio (SPOOR et al. 2000) (in WILKINSON, 2008). Às vezes, réplicas de crânios podem ser produzidas a partir de dados digitais utilizando

estereolitografias (HJALGRIM et al. 1995) (in WILKINSON, 2008) ou outra forma de fabricação do modelo tridimensional (WILKINSON, 2008).

Em determinadas circunstâncias, fotografias ou raios-x do crânio podem ser as únicas informações disponíveis, e o acesso ao modelo original pode ser limitado devido a inacessibilidade por questões legais, destruição ou dano. Quando as imagens do crânio são consideradas adequadas, a reconstrução bidimensional facial pode ser realizada a partir das imagens como mostado nas figuras 3 e 4.

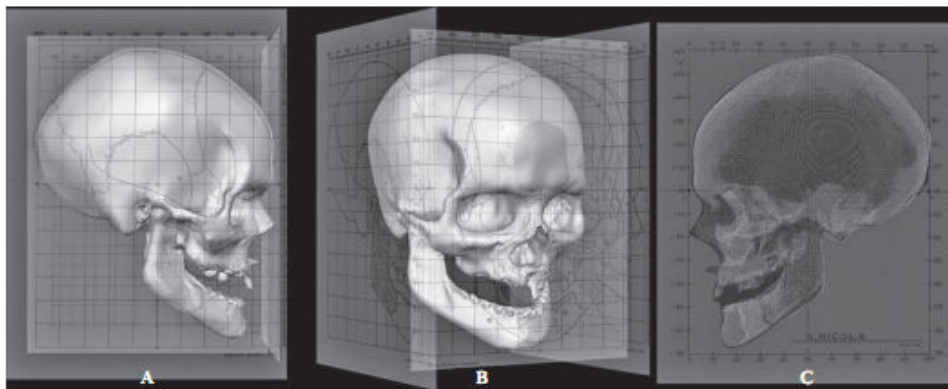


Figura 3. Produção de um crânio tridimensional a partir de informações bidimensionais. O crânio foi modelado utilizando radiografias e redimensionando utilizando padrões, pelo qual marcações craniométricas e fotográficas foram utilizadas para prover um maior detalhamento e precisão. A = Lado da visão do modelo do crânio com o escalonamento igual à imagem base. B = Visão perpendicular ao modelo do crânio com todas imagens base sendo exibidas. C = Visão lateral do crânio com transparência e com a imagem de radiografia como base. (WILKINSON 2008)

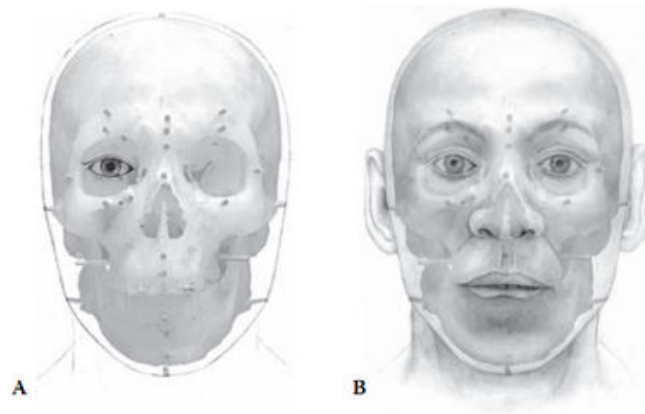


Figura 4. Reconstrução bidimensional a partir da fotografia de um crânio. (WILKINSON, 2008)

Segundo JONES et al. (2007), os seres humanos podem detectar rapidamente outros seres humanos dentro do seu campo de visão e, na maioria dos casos, podem determinar os aspectos biológicos como sexo, idade aproximada, postura, andar, peso, altura e forma.

A capacidade humana de extrair informações visuais complexas do mundo tem sido amplamente documentada (DESOLNEUX, 2003) (in JONES et al., 2007) e teorias para a compreensão de estímulos ambientais e contextuais estão sendo criadas. (JONES et al., 2007)

Para WILKINSON (2004) os métodos de reconstrução facial automatizados não possuem a mesma capacidade de reconstrução que os métodos manuais oferecem. Para ela não basta colocar uma face entre os pontos craniométricos, é necessário interpretar os contornos entre os pontos e transferir os detalhes sutis encontrados nos crânios para a face. São os detalhes os responsáveis em diferenciar uma face de outra.

Ainda segundo WILKINSON (2004), um sistema que interprete a estrutura dos músculos da face e possibilite alteração como escultura seria uma maneira mais precisa de se reconstruir faces no futuro. Dessa maneira, não retirando totalmente a subjetividade do reconstrutor, mas facilitando o seu trabalho para evitar a inserção de erros.

### 3 MATERIAIS E METODOS

Para esse estudo de caso foi utilizado um crânio de um indivíduo cuja identificação é conhecida. O crânio foi fornecido pelo CEMEL (Centro de Medicina Legal, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP) que além da identificação também possui uma imagem do indivíduo em vida que será utilizada como comparador dos resultados obtidos por meio da reconstrução 3D da face.

O processo de reconstrução facial foi dividido em cinco etapas (Figura 5).

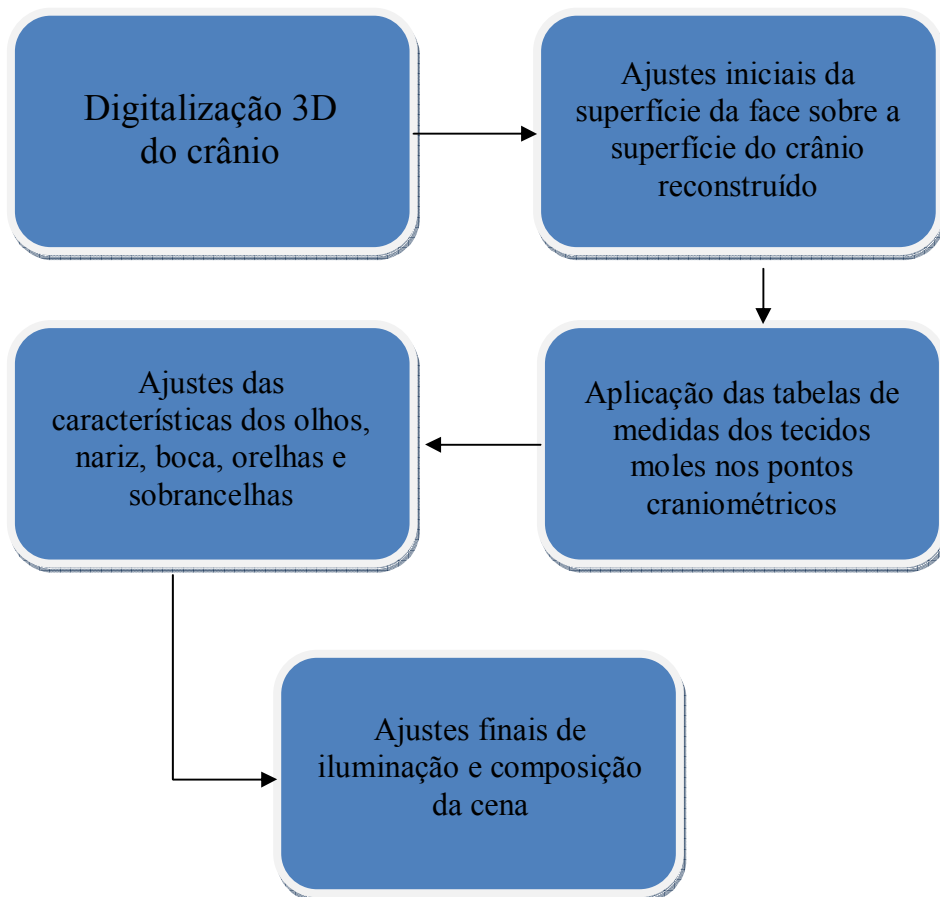


Figura 5. Etapas do processo de reconstrução facial digital em 3D



## **3.1 Reconstrução Facial**

### **3.1.1 Digitalização 3D do crânio**

Nessa etapa do processo de reconstrução facial as informações da superfície do crânio estudado foram coletadas e transformadas em um conjunto de polígonos tridimensionais.

As imagens do crânio foram captadas utilizando-se um equipamento de tomografia computadorizada, disponível no Centro das Imagens e Física Médica do Hospital das Clínicas da FMRP.

A coleta das imagens foi realizada no crânio por inteiro, no eixo Axial, com o crânio na posição convencional de coleta em vivos, de maneira que a face fica voltada para cima. É possível notar no conjunto de imagens da figura 6 esse posicionamento.

Foi utilizado plástico de baixa densidade, nesse caso plástico bolha, para distanciar o crânio da mesa do equipamento. Essa é uma das vantagens de se utilizar equipamentos de TC para coletar as imagens do crânio. É possível separar materiais pelo nível de densidade por meio da aplicação de filtros nas imagens DICOM (do inglês, Digital Imaging and Communication in Medicine - DICOM).

Foi utilizado o padrão aquisição “Mastoide Rotina” com o espaçamento 0.8mm e uma matriz de 512x512 pixels. O equipamento utilizado foi um Brilliance CT Big Bore da Philips.

As imagens capturadas foram reconstruídas tridimensionalmente utilizando o software Invesalius (<http://svn.softwarepublico.gov.br/trac/invesalius>).

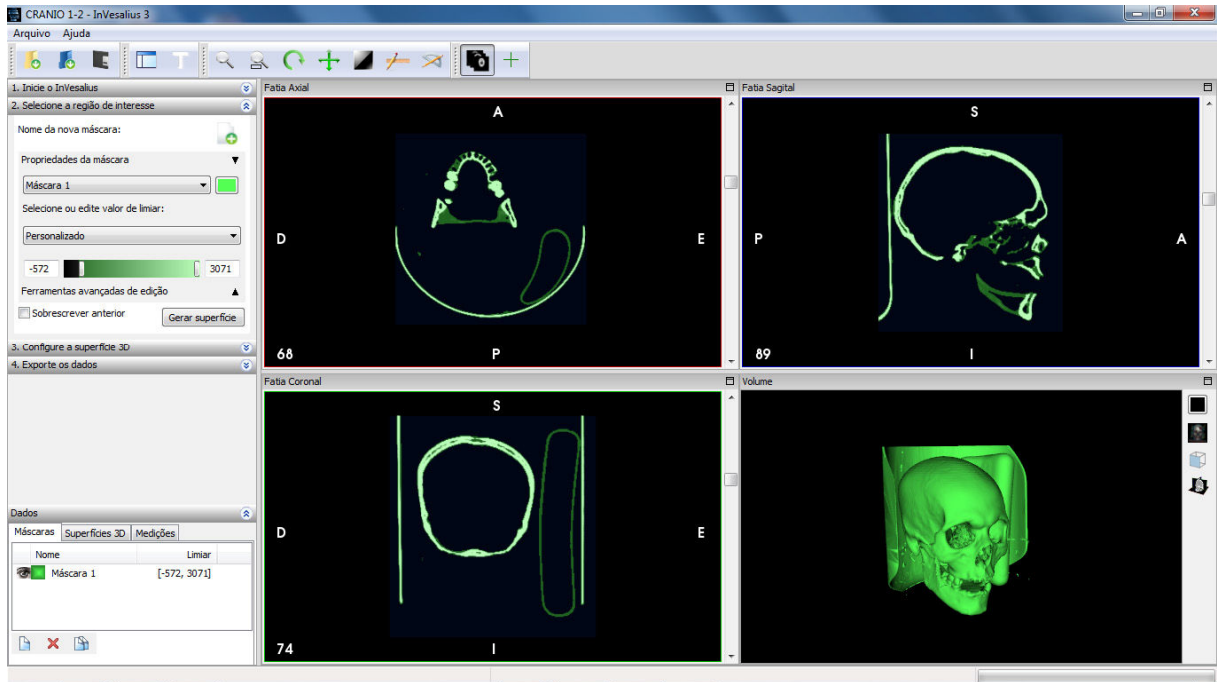


Figura 6. Imagem do crânio reconstruído dentro da aplicação Invesalius

### 3.1.2 Ajuste inicial da superfície da face com a superfície do crânio reconstruído

O crânio reconstruído foi exportado no formato OBJ, que é um formato de arquivo aberto, desenvolvido pela Wavefront Technologies e utilizado para armazenar objetos tridimensionais. O arquivo foi importado para o software comercial 3ds Max versão 2011 e lá foram retiradas partes de objetos tridimensionais que não pertenciam ao crânio. Feito isso, foi realizado o alinhamento manual da superfície do crânio com os eixos x, y e z e ajustada a escala do crânio para a escala milimétrica dentro do ambiente do software. Os pontos craniométricos foram inseridos manualmente seguindo as especificações determinadas por SANTOS (2008) (Figura 7).

Para o ajuste inicial das medidas dos pontos craniométricos foram aplicadas as medidas das tabelas 4, 5 e 6 de indivíduos do sexo masculino determinadas por SANTOS (2008), apresentada no apêndice. Essa tabela foi utilizada por ser a mais genérica para a

classificação por gênero masculino e por conter medidas intermediárias entre os valores de outras tabelas de medidas de tecidos moles. Isso facilita a deformação no processo descrito mais a frente, onde foi utilizado o modificador “Skin”.

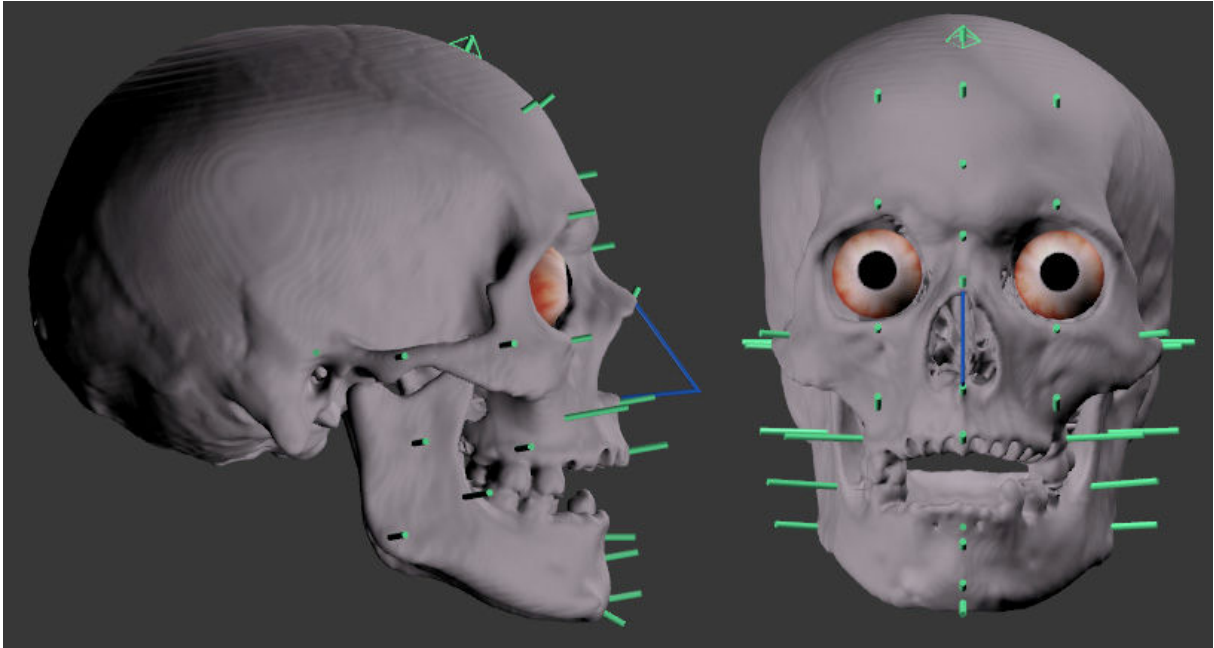


Figura 7. Imagem dos pontos craniométricos aplicados sobre a superfície do crânio reconstruído tridimensionalmente pela aplicação Invesalius

Após a inserção dos pontos na superfície do crânio foram realizados ajustes manuais na superfície da face utilizada no processo de reconstrução facial. Durante esse processo de ajuste foram levadas em consideração o alinhamento dos olhos, nariz, boca e orelhas com as suas respectivas cavidades do crânio reconstruído. A superfície da face foi ajustada de acordo com as distâncias estipuladas pelos pontos craniométricos.

A face utilizada no processo de reconstrução facial foi modelada anteriormente utilizando como base uma metodologia, descrita inicialmente por PARKE (1972), de maneira que o posicionamento e a conexão dos polígonos levam em consideração o posicionamento dos músculos e do relevo da face. Na figura 8 é possível visualizar o alinhamento das arestas dos polígonos de acordo com o que foi mencionado.

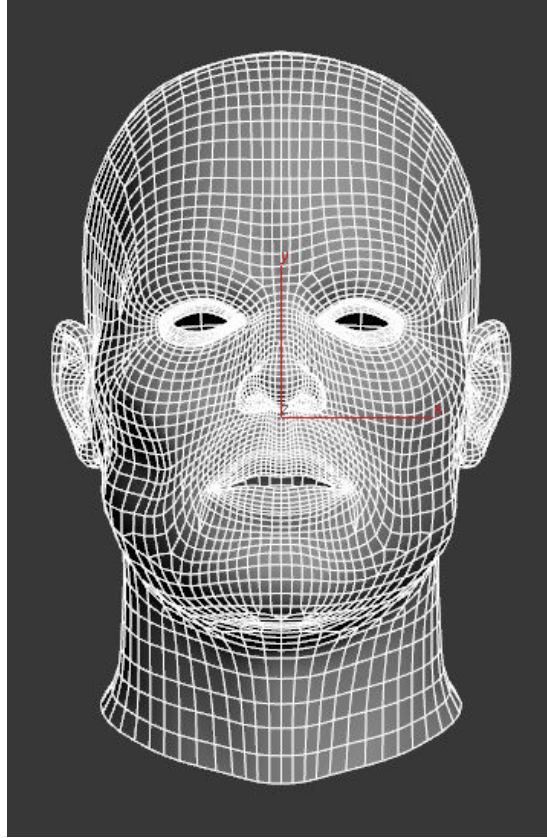


Figura 8. Malha da face 3D genérica utilizada no processo de reconstrução facial

Os ajustes iniciais da malha 3D foram realizados em duas etapas. Primeiramente, foi aplicada uma ferramenta chamada “Free-Form Deformation” ou FFD para a modificação das dimensões dos polígonos de forma não linear. O modificador utiliza como base um cúbico com 8 partes.

Esse modificador de malha foi utilizado para facilitar a aproximação inicial da superfície da face a ser reconstruída, com a superfície do crânio 3D e dos pontos craniométricos (Figura 9).

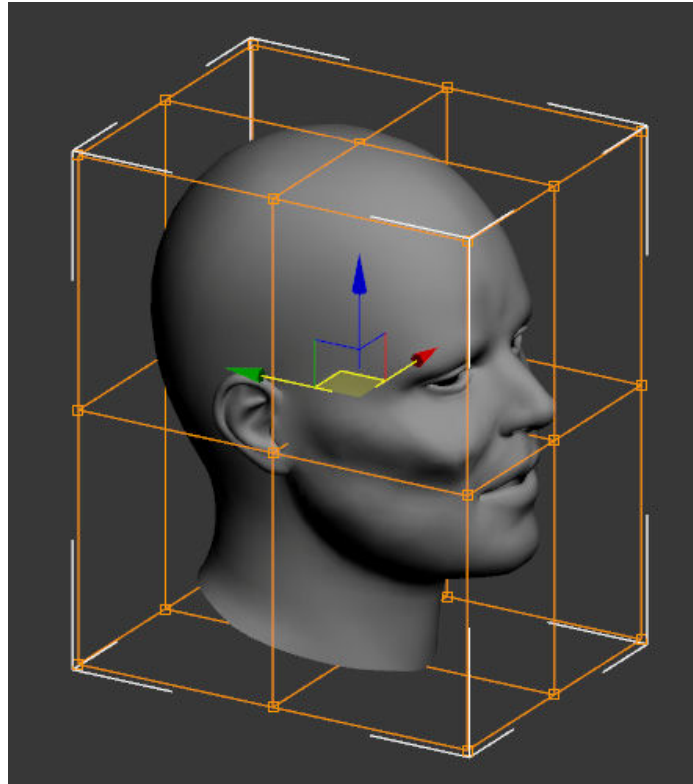


Figura 9. Modificador de malha de poligonos FFD

Em uma segunda etapa foram feitos ajustes finos entre a superfície da face e a superfície do crânio. Para isso foi utilizada uma ferramenta de modelagem conhecida como “Paint Deformation”. Essa ferramenta possui a propriedade de puxar ou empurrar os vértices da malha de um objeto 3D na direção de sua normal (Figuras 10 e 11).

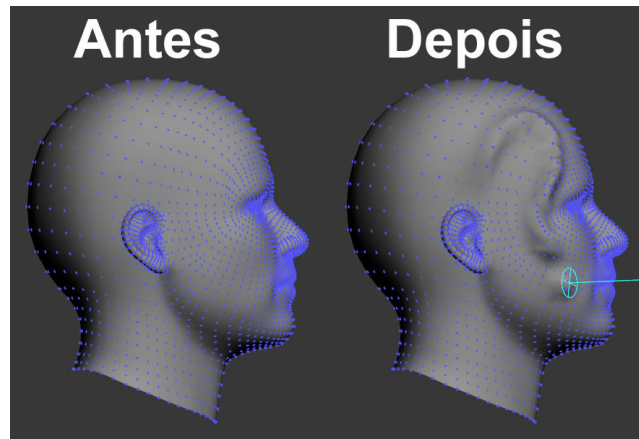


Figura 10. Exemplo do uso da ferramenta “Paint Deformation” utilizada para ajuste fino de posicionamento de malha

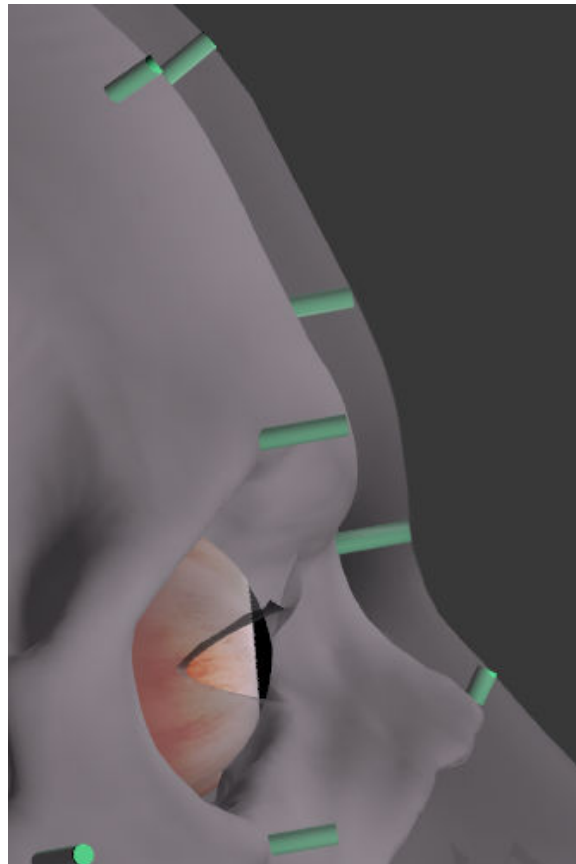


Figura 11. Resultado do ajuste da superfície da face genérica 3D sobre os pontos craniométricos

Os pontos craniométricos foram conectados à superfície da face de forma a facilitar a deformação superfície conforme os dados de outras tabelas de medidas de tecidos moles. Isso evita o retrabalho e a inserção de uma maior quantidade de informações subjetivas.

Para a conexão entre os pontos craniométricos e a face 3D genérica, foram levadas em consideração a proximidade dos polígonos da superfície da face com os pontos craniométricos e a distância entre os próprios pontos craniométricos. Como mostrado na figura 12, é utilizado o modificador “Skin” para a conexão dos vértices da face com os pontos craniométricos.

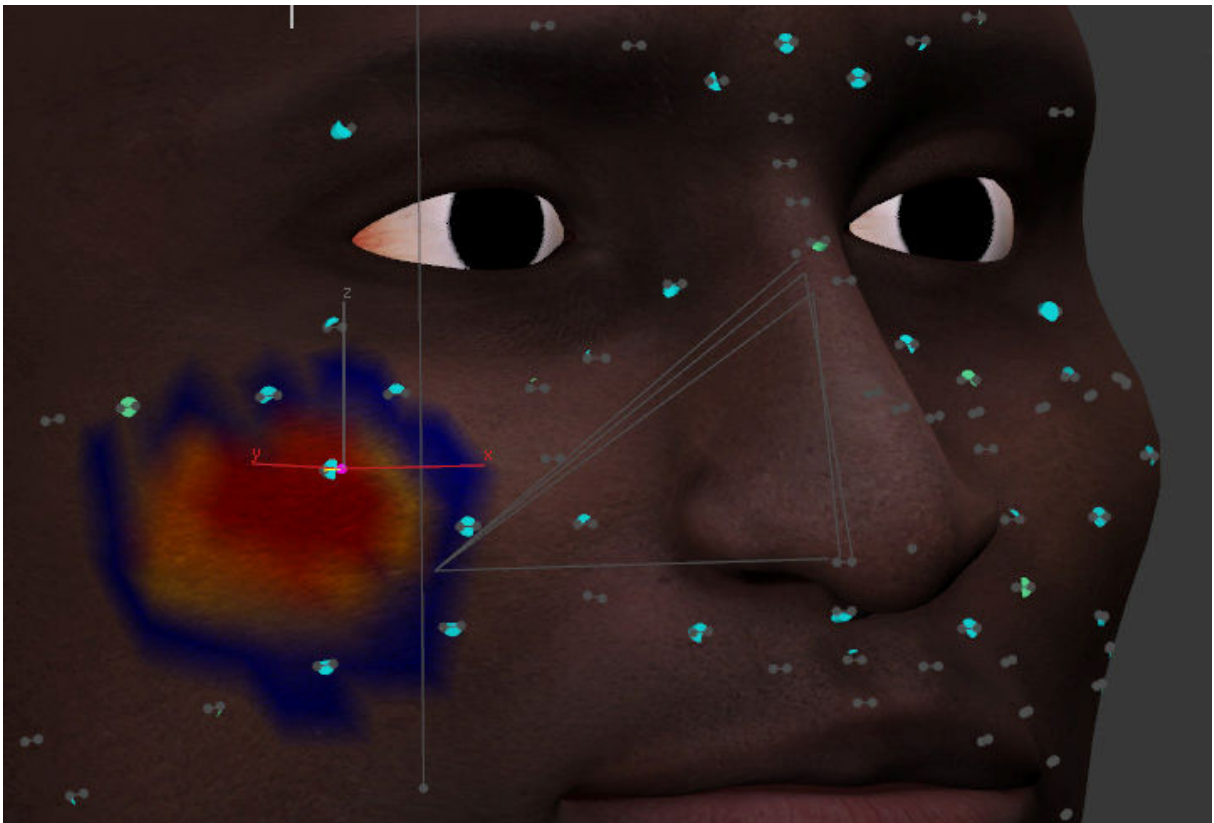


Figura 12. Representação da área resultante da conexão de um ponto craniométrico com a superfície da face 3D genérica utilizando o modificador “Skin”. A área em vermelho representa a região de maior conectividade e em azul a de menor conectividade entre a superfície da face 3D genérica e os pontos craniométricos.

Nos estudos descritos por WILKINSON (2004), durante o processo de reconstrução facial são colocados sobre a superfície do crânio objetos 3D que representam os tecidos

musculares da face humana como mostrado na figura 13. Esses objetos são utilizados para simular uma situação real e interpolar as distâncias entre o relevo do crânio e as medidas dos pontos craniométricos. Sem esses tecidos não é possível obter informações do relevo do crânio nos locais onde não são encontrados os pontos craniométricos.



Figura 13. Interpolação dos pontos craniométrico com a simulação da musculatura facial. Etapa realizada no processo de reconstrução facial manual (parte do vídeo do Discovery Channel: How It's Made disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=RUpImzyqoAI&feature=related>)

Com o intuito de compararmos os resultados do processo sem interpolação com o processo com interpolação, foi proposta a utilização de pontos resultantes da interpolação entre os pontos craniométricos descritos por SANTOS (2008). O posicionamento, inclinação e tamanho dos pontos foram determinados seguindo equações 1a e 1b:



$$P_a = \frac{\left(\frac{(P_0 + P_1)}{2} + P_0\right)}{2} \qquad P_b = \frac{\left(\frac{(P_0 + P_1)}{2} + P_1\right)}{2}$$

**1a** **1b**

Na figura 14 é possível visualizar como o processo de interpolação de pontos foi realizado.

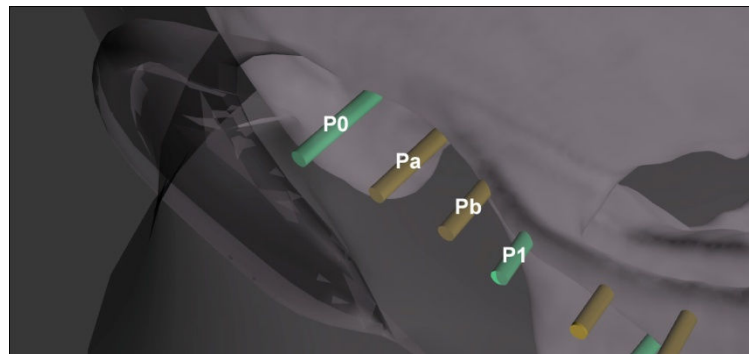


Figura 14. Pontos Pa e Pb são resultados da interpolação entre os pontos P0 e P1

Para a determinação dos intervalos de pontos que poderiam ser interpolados foram levados em consideração somente os intervalos entre os pontos onde existia uma superfície óssea contínua e sobre a qual poderia ser traçada uma rota de menor caminho entre os vértices do crânio 3D, sem a necessidade de reconstrução de qualquer músculo da face humana.

Todos os pontos interpolados também foram conectados a superfície da face utilizando o deformador “Skin” (Figura 15).

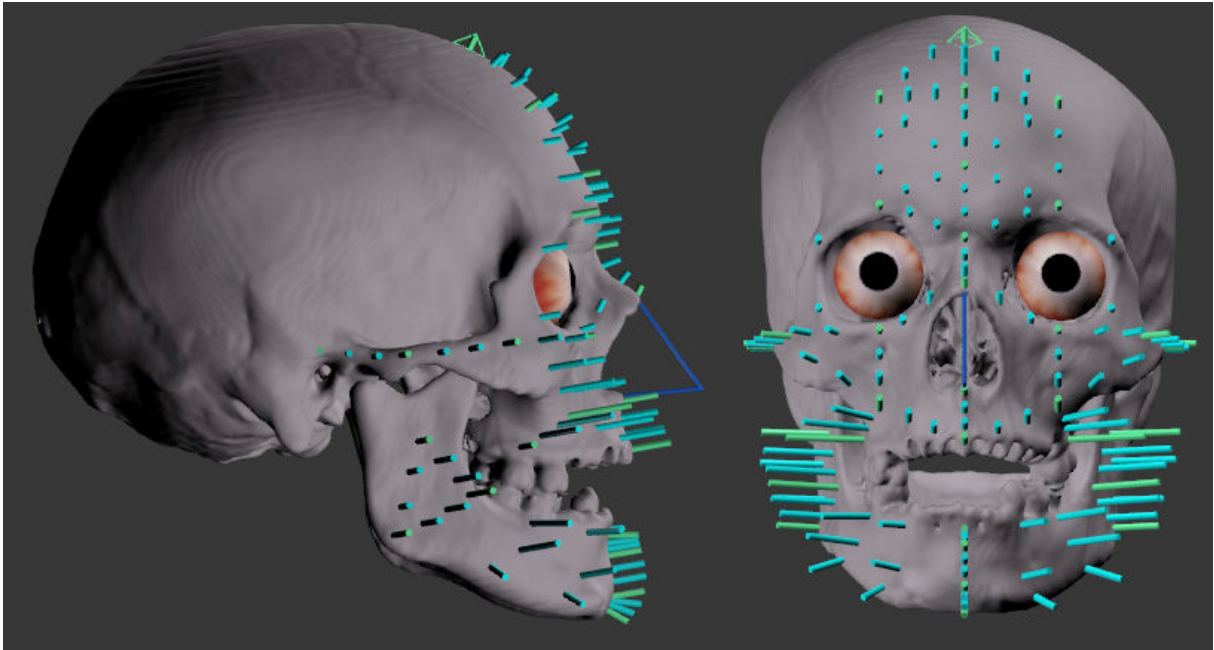


Figura 15. Resultado do processo de interpolação entre os pontos craniométricos. Pontos verdes representam os pontos definidos por SANTOS (2008), com as suas alturas determinadas pelas tabelas de medidas de tecidos moles de SANTOS (2008), e os pontos em azul claro são resultantes do processo de interpolação dos pontos em verde.

### 3.1.3 Aplicação das tabelas de medidas dos tecidos moles nos pontos

#### craniométricos

Para automatizar o processo de inserção das medidas das tabelas nos pontos craniométricos foram criados *scripts* contendo as informações das medidas dos tecidos moles das tabelas de SANTOS (2008), que quando executados transferem automaticamente as informações das tabelas para os pontos craniométricos. No caso da utilização de interpolações os tamanhos dos pontos craniométricos interpolados também são atualizados sem a necessidade da interação humana, o que resulta em ganho de tempo e na eliminação de falhas durante esse processo. Assim que as medidas dos pontos são ajustadas, como estes estão conectados a face por meio do modificador “Skin”, a superfície da face também é reajustada

automaticamente, sem a necessidade de refazer a modelagem. Dessa forma basta modelar uma única face para ter o resultado das reconstruções para cada uma das tabelas descritas por SANTOS (2008). É possível também utilizar outras tabelas disponíveis, basta criar novos scripts com novos valores.

Foram gerados trinta e dois scripts contendo em cada um a informação referente às medidas de cada tabela de SANTOS (2008). É possível ver parte desse script na figura 16.

```

3  $Ponto00.height = 4.88 / 25.4
4  $Ponto01.height = 5.41 / 25.4
5  $Ponto02.height = 6.12 / 25.4
6  $Ponto03.height = 7.12 / 25.4
7  $Ponto04.height = 3.12 / 25.4
8  $Ponto05.height = 11.43 / 25.4
9  $Ponto06.height = 9.41 / 25.4
10 $Ponto07.height = 9.69 / 25.4
11 $Ponto08.height = 10.72 / 25.4
12 $Ponto09.height = 10.79 / 25.4
13 $Ponto10.height = 7.36 / 25.4
14 $Ponto11D.height = 5.38 / 25.4
15 $Ponto12D.height = 8.79 / 25.4
16 $Ponto13D.height = 6.76 / 25.4
17 $Ponto14D.height = 21.47 / 25.4
18 $Ponto15D.height = 9.94 / 25.4
19 $Ponto16D.height = 9.03 / 25.4
20 $Ponto17D.height = 13.13 / 25.4
21 $Ponto18D.height = 15.59 / 25.4
22 $Ponto19D.height = 26.90 / 25.4
23 $Ponto20D.height = 22.36 / 25.4
24 $Ponto21D.height = 24.65 / 25.4
25 $Ponto11E.height = 5.38 / 25.4
26 $Ponto12E.height = 8.79 / 25.4
27 $Ponto13E.height = 6.76 / 25.4
28 $Ponto14E.height = 21.47 / 25.4
29 $Ponto15E.height = 9.94 / 25.4
30 $Ponto16E.height = 9.03 / 25.4
31 $Ponto17E.height = 13.13 / 25.4
32 $Ponto18E.height = 15.59 / 25.4
33 $Ponto19E.height = 26.90 / 25.4
34 $Ponto20E.height = 22.36 / 25.4
35 $Ponto21E.height = 24.65 / 25.4

```

Figura 16. Parte de um dos trinta e dois scripts utilizados para a inserção das medidas nos pontos craniométricos

### **3.1.4 Ajustes das características dos olhos, nariz, boca, orelhas e sobrancelhas**

Durante o processo de inserção das medidas dos tecidos moles algumas características muito importantes para o reconhecimento facial como olhos, nariz, boca, orelhas, pêlos e cor da pele não são contemplados. Para contornar essa limitação, cada uma dessas características possui uma metodologia específica para a sua aproximação.

O nariz, ocupando o terço médio da face, tem marcada influência cognitiva sobre a imagem facial. É constituído em grande parte por tecido cartilaginoso, músculos, pele e gordura, perdendo sua forma durante a decomposição cadavérica. A técnica de Reconstrução Facial no restabelecimento da aparência nasal pode influenciar o reconhecimento de um crânio sem identidade atribuível e tem sido alvo de numerosas críticas. (TEDESCHI-OLIVEIRA et al., 2010)

Nesse caso, GERASIMOV (in WILKINSON, 2004) sugeriu que a protuberância alar nasal poderia ser determinada por meio do exame realizado nos ossos da cavidade nasal do crânio a ser reconstruído, como mostrado na figura 17.

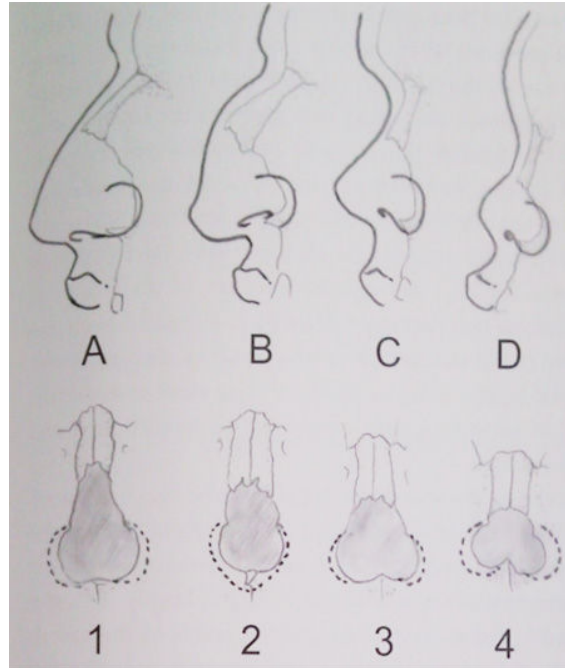


Figura 17. Método descrito por GERASIMOV (in WILKINSON, 2004), onde ele sugere a existência de correlação entre os tecidos moles e duros da cavidade nasal. Sendo que A,B,C e D representam a correlação na visão lateral e 1,2,3 e 4 na visão frontal (WILKINSON, 2004)

Para a determinação do ângulo e comprimento do nariz o método proposto por PROKOPEC e UBELAKER (in WILKINSON, 2004) consiste em traçar uma linha vertical (A) entre os pontos násio e próstio e outra paralela a esta (B) no limite máximo do osso nasal. Outras quatro a seis linhas perpendiculares a (B) são inseridas, com espaçamento uniforme, entre a ponta do osso nasal e a base de abertura puriforme. As medidas retiradas entre a linha (B) e a extremidade do osso para cada linha horizontal são aplicadas nas próprias linhas horizontais no sentido oposto aos ossos do crânio em relação à linha (B). Por meio dessas medições é possível determinar aproximadamente o ângulo e o comprimento do nariz, como visto na figura 18.

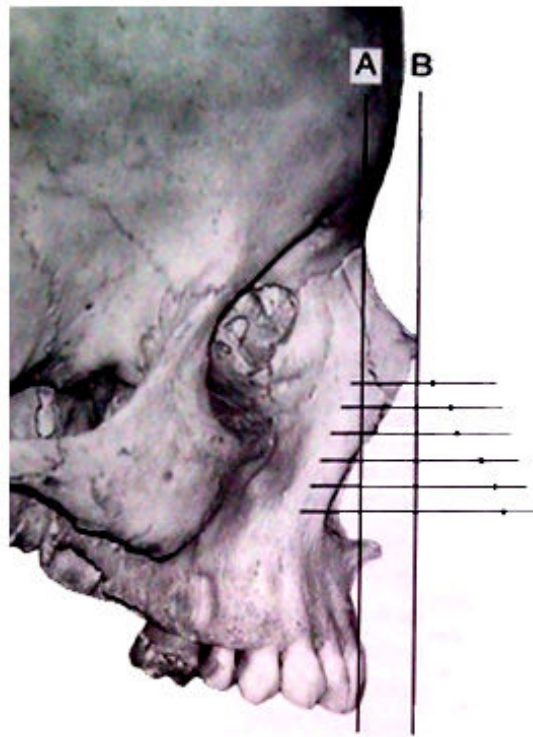


Figura 18. Método de determinação do formato do nariz descrito por PROKOPEC e UBELAKER (in WILKINSON, 2004)

Para se determinar a forma que os lábios se projetam, GERASIMOV (in WILKINSON, 2004) estabeleceu uma relação entre a projeção labial e o formato dos arcos dentários. Esses padrões estão representados na figura 19.

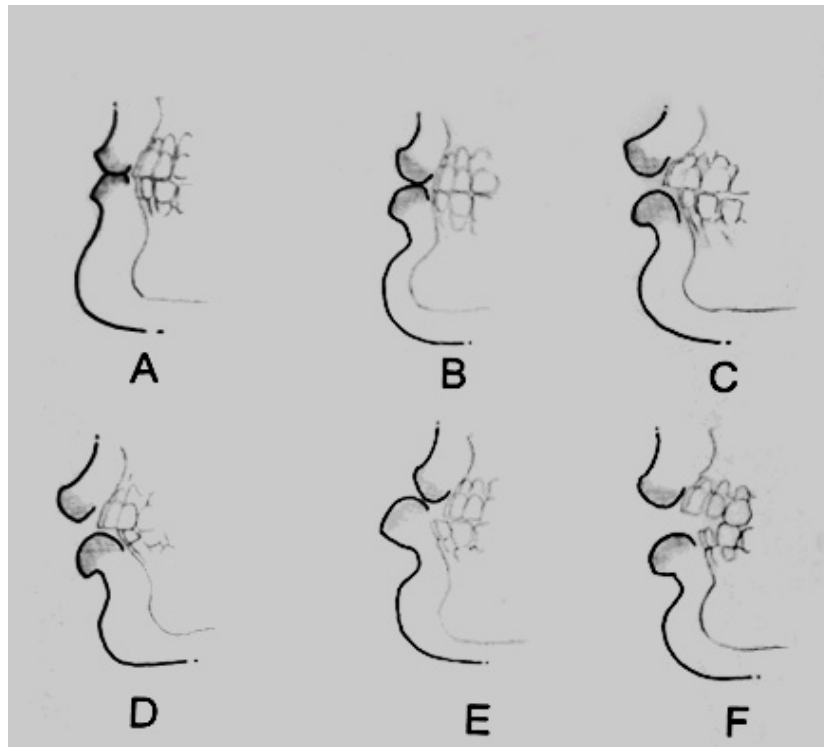


Figura 19. Formas básicas da projeção labial propostas por GERASIMOV (in WILKINSON, 2004)

No caso do posicionamento vertical dos lábios da boca, ANGEL (in WILKINSON, 2004) estabeleceu que os lábios estão posicionados na metade da coroa dos dentes incisivos e os cantos da boca estão posicionados na junção dos dentes primeiro pré-molar e caninos superiores, como mostrado na figura 20.

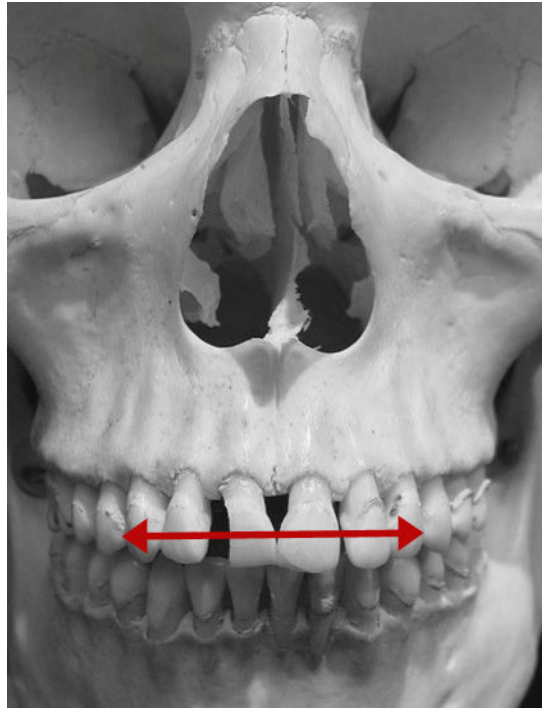


Figura 20. Posicionamento correto dos lábios centralizado em relação a coroa dos incisivos superiores e entre a junção dos primeiros pré-molares superiores segundo ANGEL (in WILKINSON, 2004)

Para a localização das sobrancelhas foi utilizado o método descrito por FEDOSYUTKIN e NAINYS (in WILKINSON, 2004), de maneira que o seu posicionamento é dado por dois terços superiores da borda supra-orbital e seguindo o seu formato, como mostrado na figura 21.



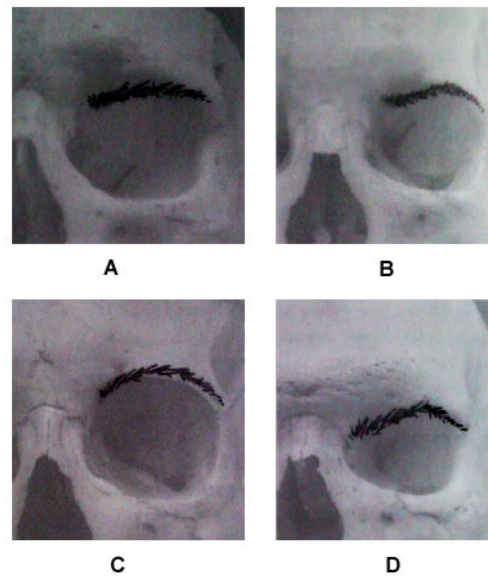


Figura 21. Método descrito por FEDOSYUTKIN e NAINYS (in WILKINSON, 2004) para a determinação do posicionamento das sobrancelhas

Para determinarmos o ângulo da orelha foi utilizada uma sugestão feita por GERASIMOV (in WILKINSON, 2004) que define que o ângulo da orelha pode ser determinado pelo ângulo lateral da mandíbula como mostrado na figura 22.

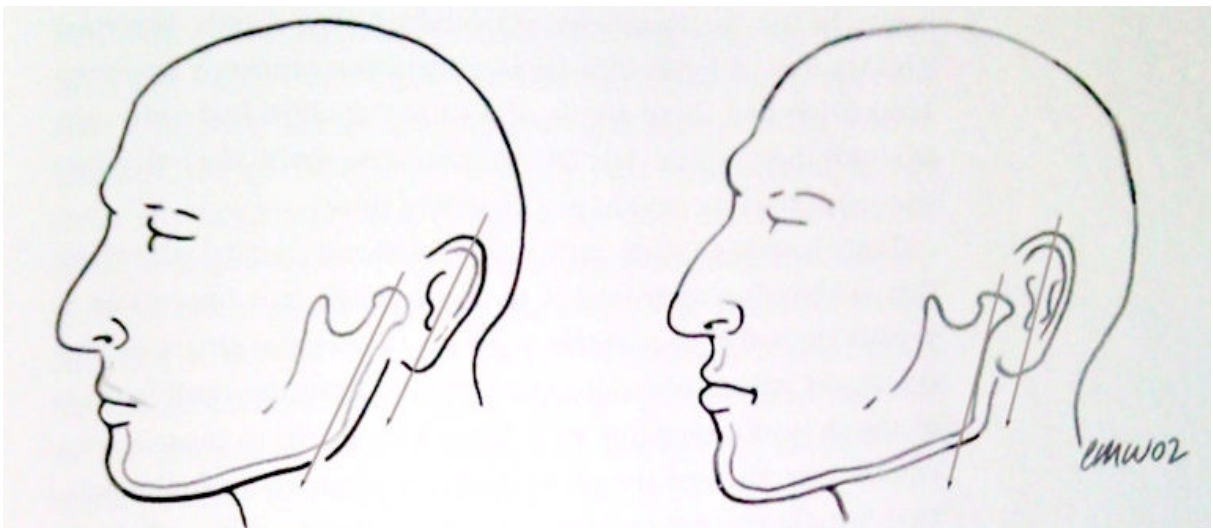


Figura 22. Ângulo da orelha dado a partir do ângulo lateral da mandíbula proposto por GERASIMOV (in WILKINSON, 2004)

No trabalho desenvolvido, devido à utilização de um único modelo de face 3D genérico, foi possível realizar em sua superfície várias modificações para um mesmo tipo de face. Dessa maneira foram geradas imagens com diferentes tipos de informações de tonalidades, cores e detalhes. Essas imagens puderam ser trocadas ou combinadas de acordo com as características das medidas dos tecidos moles utilizadas em cada reconstrução. São essas imagens responsáveis por gerar as características como cor, rugas, cicatrizes e pelos na superfície da pele do modelo reconstruído. Na figura 23 é mostrada a mesma face com diferentes tonalidades de pele geradas por diferentes imagens.



Figura 23. Imagens diferentes aplicadas sobre a mesma face 3D reconstruída

Para a representação de rugas foi utilizado um modificador chamado “Displace”. Esse modificador desloca os vértices da superfície da face modelada utilizando como parâmetros os valores dos pixels de uma imagem, que variam entre 0 e 255. Para uma melhor representação e detalhamento das rugas foi aplicado anteriormente ao “Displace” outro

modificador chamado “TurboSmooth” que aumenta a quantidade de polígonos exponencialmente, de acordo com a quantidade de interações determinadas. Nesse caso foram utilizadas 3 interações. Para cada interação é quadruplicado o número de polígonos do objeto 3D, pelo qual cada polígono do objeto é dividido em 4 partes.

Para o posicionamento da imagem sobre a superfície da face 3D foi utilizado o mesmo mapeamento onde foram aplicadas as imagens responsáveis pela tonalidade da pele. Por esse motivo, as imagens são visualmente parecidas, embora cada uma represente uma face específica. Na imagem 25 é possível visualizar o efeito da aplicação desse modificador. Para aplicar as rugas foram utilizados os pontos descritos por WILKINSON (2004), mostrado na figura 24.

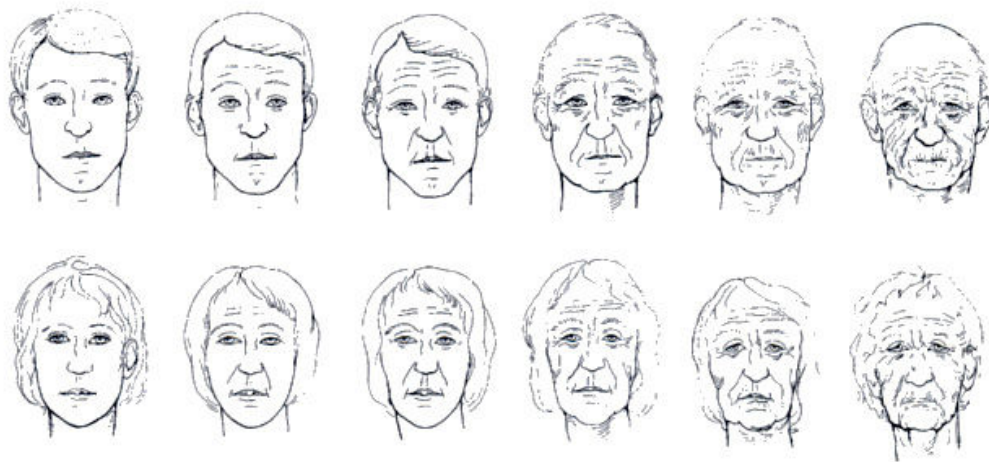


Figura 24. Envelhecimento da face masculina e feminina. (WILKINSON, 2004)



Figura 25. A esquerda, em tons de cinza, a imagem utilizada em conjunto com o modificador “Displace” e a direita o resultado de sua aplicação.

Para aumentar o diâmetro do pescoço, nos casos da utilização de tabela de medidas de indivíduos com sobrepeso, foi utilizado um modificador chamado “Morph”. Esse modificador é responsável por aplicar uma deformação a um objeto 3D com base no formato de outro objeto. Para isso foi modelado para a mesma face uma cópia com a área do pescoço alargada. Essa cópia foi utilizada como parâmetro do modificador “Morph”.

A utilização desse modificador é importante, pois feito uma única vez, é possível utilizar o mesmo modificador com variações de intensidade, que podem ser de 0 a 100%, diminuindo o retrabalho. Na figura 26 é possível notar o funcionamento desse modificador.



Figura 26. No sentido da esquerda para a direita, a primeira face com o modificador “Morph” em 0%, a segunda com 50% e a terceira com 100%. Nas três imagens somente foram alteradas as medidas da área do pescoço.

Como resultado final da utilização de modificadores dentro da plataforma do software 3ds Max foi gerada a seguinte lista, sendo estes aplicados no sentido de baixo para cima, como mostrado na figura 27.

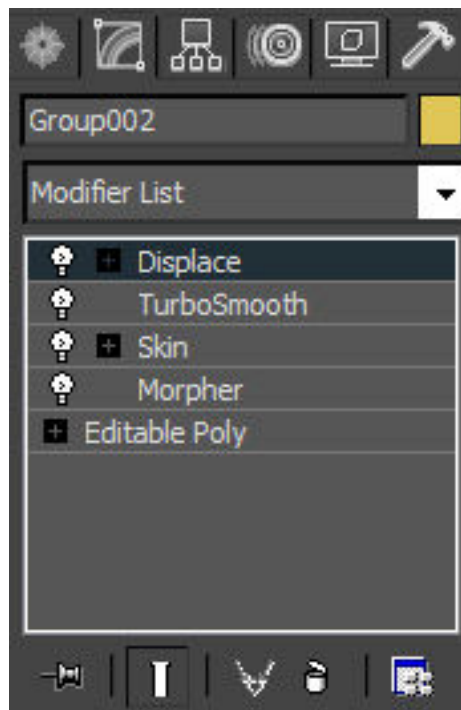


Figura 27. Lista de modificadores, sendo que o primeiro modificador é o “Editable Poly” e o último o “Displace”.

### 3.1.5 Ajustes finais de iluminação e composição da cena

Nessa etapa foi feito o ajuste da iluminação da cena, do posicionamento da face, ajustes de câmera e correções de cor de fundo e de iluminação. Outras características finais também podem ser inseridas nessa etapa, mas para esse estudo não foram necessárias, como por exemplo, tipo de cabelo, barba ou em alguns casos a inserção de objetos de vestuário como boné, chapéu, colar, etc. (Figura 28) Essas informações não são obrigatórias ficando a critério do responsável pela reconstrução.



Figura 28. Exemplo de composição final de uma reconstrução facial (WILKINSON 2010)

### 3.2 Avaliação dos resultados

A avaliação foi feita de forma quantitativa.

Para os testes quantitativos foram coletados os relevos das faces reconstruídas utilizando uma câmera virtual. O objetivo da câmera foi o de simular em um ambiente virtual um scanner 3D. Para isso a câmera foi posicionada a uma distância de 200mm do centro do

ambiente e a face foi centralizada em relação ao mesmo ambiente. A câmera girou 360° ao redor da face num intervalo de 1024 quadros. Para cada quadro foi coletada uma imagem com 1024 pixels de altura por 1 de largura, com as informações de profundidade da cena. As imagens resultantes foram imagens em escala de cinza, de maneira que cada valor armazenado em cada pixel representa a distância da face em relação à câmera naquele ponto. Para não haver distorção foi utilizada câmera de projeção ortogonal, que não possui distorção gerada por perspectiva.

Para unir as 1024 imagens foi desenvolvido um software em linguagem Java, no qual todas as imagens foram importadas e unidas em ordem crescente de forma a gerar uma única imagem, como mostrado na figura 29.

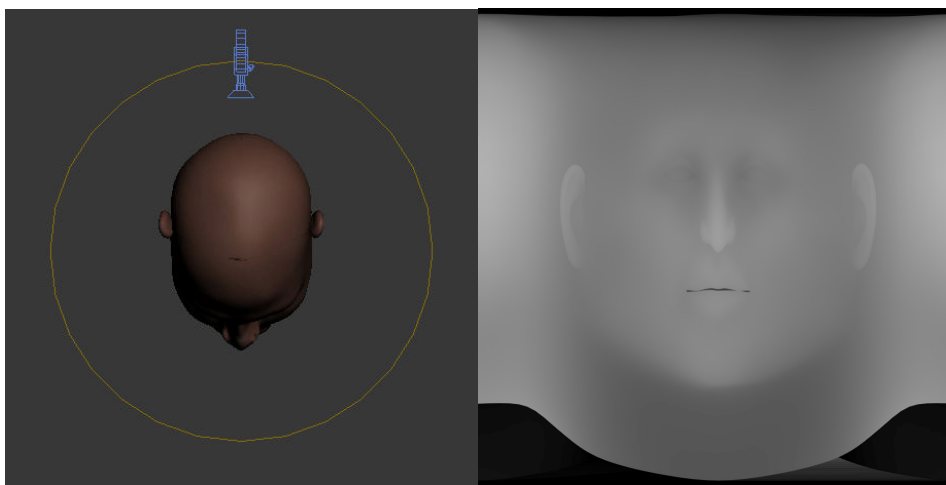


Figura 29. A esquerda a imagem mostra o ambiente 3D utilizado para coletar o relevo das faces e a direita a imagem resultante da união das imagens coletadas.

Outro software em linguagem Java foi desenvolvido para comparar duas imagens de relevos diferentes e gerar uma nova para que fossem destacadas as diferenças existentes entre as imagens. Para isso foi seguido o seguinte critério: nos locais cuja diferença de relevo fosse igual a 0 foi utilizada a cor cinza, para os locais das faces onde houvesse alguma diferença foi utilizada uma escala de cores, sendo que o azul representa uma variação de 0 à 3mm, o verde

de 3 à 6mm e o vermelho de 6 a 9mm. Na figura 30 é mostrada uma imagem resultante dessa comparação.

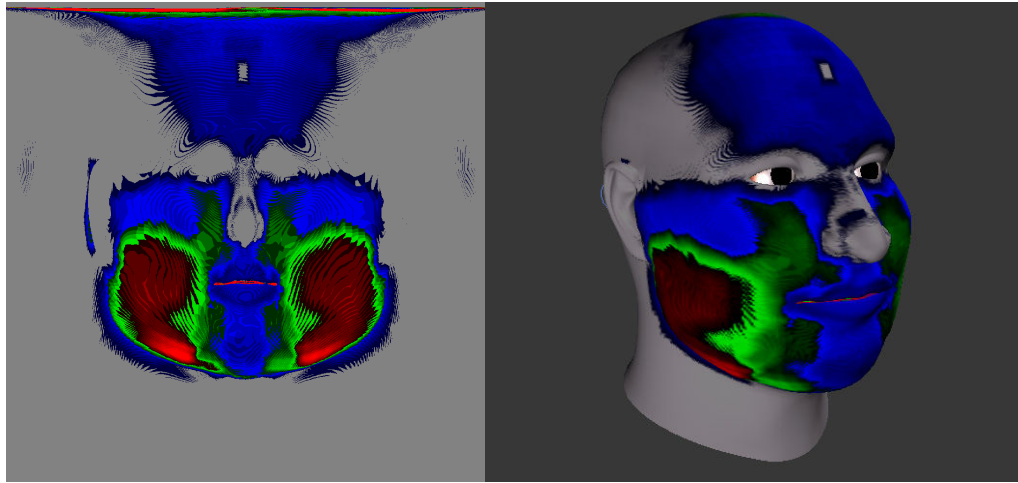


Figura 30. Na imagem da esquerda é possível ver o resultado da comparação entre as reconstruções faciais utilizando a tabela para indivíduos do sexo masculino com baixo peso e indivíduos do sexo masculino com obesidade 1 da tabela 9 de SANTOS (2008). No apêndice. Na imagem da direita, a mesma imagem é projetada sobre uma das faces reconstruídas para uma melhor visualização das regiões mais afetadas.



## 4 RESULTADOS

### 4.1 Comparação entre reconstruções com e sem a utilização de interpolação de pontos crâniométricos

#### 4.1.1 Resultados Visuais

Foram comparadas visualmente as reconstruções feitas para uma mesma classe de medidas. O objetivo foi verificar qual metodologia resultava em uma melhor reconstrução facial, transferindo uma maior quantidade de informações contidas no crânio.

A reconstrução com interpolação está representada na figura 31 e a sem interpolação na figura 32.



Figura 31. Imagens frontal, lateral e em perspectiva da face reconstruída utilizando interpolação dos pontos craniométricos e as medidas das tabelas 4, 5 e 6 de indivíduos do sexo masculino definidas por SANTOS (2008)



Figura 32. Imagens frontal, lateral e em perspectiva da face reconstruída utilizando somente os pontos craniométricos e as medidas das tabelas 4, 5 e 6 de indivíduos do sexo masculino definidas por SANTOS (2008)

É possível perceber, principalmente nas regiões que os pontos são mais afastados, como por exemplo, na região da mandíbula e das bochechas, uma diferença visível no relevo das faces. Isso se dá porque no momento da modelagem, em alguns pontos, não é possível obter informação sobre o relevo do crânio que está abaixo da superfície da face. Nesse caso a única referência para o modelador são os pontos craniométricos que são projetados através da face.

#### 4.1.2 Testes Quantitativos

Para mapear os locais mais afetados e que diferem um tipo de reconstrução de outra foram aplicados os testes quantitativos. Foram aplicados dois tipos de comparações de relevo. Primeiramente foram sobrepostas as imagens para os dois tipos de reconstruções faciais utilizadas (Figura 33). A superfície da face foi deixada transparente para facilitar a visualização e identificação das diferenças existentes entre as duas reconstruções.

É possível perceber que para os locais onde estão localizados os pontos craniométricos interpolados, existem diferenças relevantes entre o relevo da face produzida pelo método sem interpolação de pontos e a face produzida pelo método com interpolação dos pontos craniométricos. Isso ocorre porque no momento da modelagem, sem a interpolação de pontos, não existem informações suficientes para determinar o posicionamento correto da superfície da face.

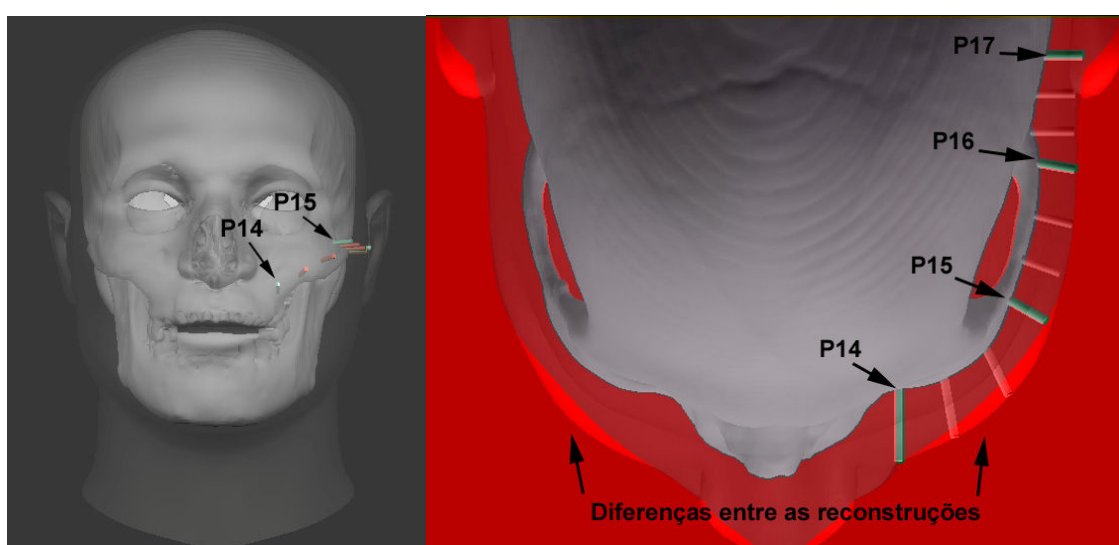


Figura 33. À esquerda, é possível visualizar na visão frontal os pontos craniométricos utilizados na comparação e à direita, a sobreposição de duas reconstruções, sendo que uma foi realizada com interpolação de pontos e outra sem interpolação. A região em vermelho claro representa a diferença existente entre as reconstruções. Os pontos 14, 15, 16 e 17 são os pontos determinados por SANTOS (2008) já os pontos intermediários, com a cor rosa, são os pontos resultantes da interpolação dos mesmos pontos.

Para uma melhor visualização de todas as diferenças existentes entre os dois métodos de reconstrução facial foi realizado outro tipo de comparação dos relevos das faces.

Na figura 34 é possível visualizar todos os locais onde essas diferenças ocorrem. Foram coletados os relevos das faces e comparados utilizando o mesmo método descrito no capítulo 3.2.



Figura 34. Comparativo das reconstruções com e sem interpolação de pontos crâniométricos. As áreas em azul representam variações entre 0 e 3mm, em verde de 3 a 6mm e em vermelho de 6 a 9mm.

## **4.2 Reconstruções faciais utilizando interpolação de pontos cranimétricos e dados de tecidos moles da face de brasileiros**

### **4.2.1 Resultados Visuais**

Para cada tabela descrita por SANTOS (2008), cuja utilização poderia ser destinada a indivíduos do sexo masculino, foi realizada uma reconstrução facial utilizando as características físicas impostas pela utilização de cada tabela. Para as características físicas não impostas pela tabela utilizada foram utilizadas as informações cedidas pelo laudo técnico do CEMEL.

Segundo o laudo técnico, o crânio utilizado nesse estudo pertencia a um indivíduo do sexo masculino, com idade entre 20 e 30 anos e de etnia miscigenada (caucasiano e africano).

Como resultados foram obtidos 20 reconstruções faciais (Figura 35 a 44).



Figura 35. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino até 30 anos. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino de 31 a 40 anos.



Figura 36. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino de 41 a 50 anos. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino de 51 a 60 anos.



Figura 37. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino acima de 60 anos. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino.



Figura 38. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino com baixo peso. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino com peso normal.



Figura 39. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino com pré-obesidade. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino com obesidade 1.



Figura 40. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos brasileiros. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos de ancestralidade asiática.



Figura 41. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos de ancestralidade indefinida. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos da ancestralidade miscigenada (africano/caucasiano).



Figura 42. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos do sexo masculino de ancestralidade africana. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos de ancestralidade caucasiana.





Figura 43. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos de ancestralidade caucasiana com peso normal. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos de ancestralidade caucasiana, de peso normal e sexo masculino.



Figura 44. À esquerda, reconstrução utilizando tabela para indivíduos de ancestralidade caucasiana com pré-obesidade. À direita, reconstrução utilizando tabela para indivíduos de ancestralidade caucasiana, com pré-obesidade e sexo masculino.

#### 4.2.2 Testes Quantitativos

O objetivo dos testes quantitativos foi o de demonstrar por meio de imagens comparativas as diferenças existentes entre as reconstruções faciais realizadas utilizando diferentes tabelas de medidas de tecidos moles. Tanto para localizar os pontos onde ocorrem as diferenças de relevo, como as suas variações.

Para isso foram comparados os relevos de 12 reconstruções faciais. No que resultou em seis imagens com o registro dessas comparações.

Os testes foram feitos utilizando o método descrito no capítulo 3.2, sendo que em azul estão destacadas as variações entre 0 e 3mm, em verde entre 3 e 6mm e em vermelho entre 6 e 9mm (Figuras 45 a 50).

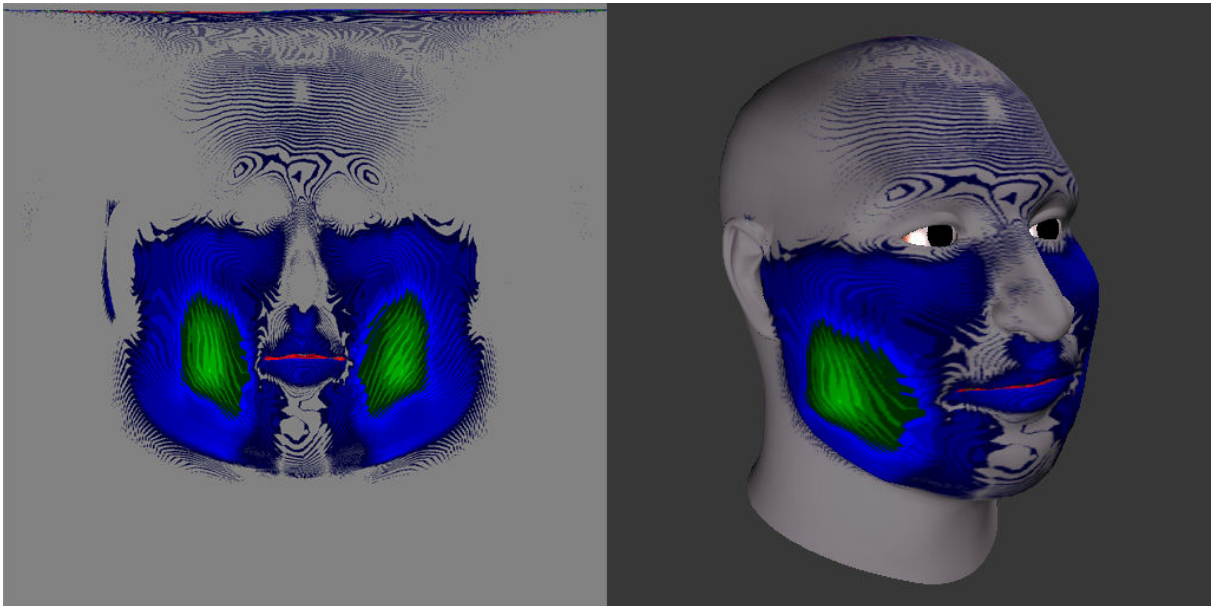


Figura 45. Comparação entre as tabelas de indivíduos do sexo masculino até 30 anos e indivíduos do sexo masculino com idade maior que 60 anos. Tabela 7 em anexo.

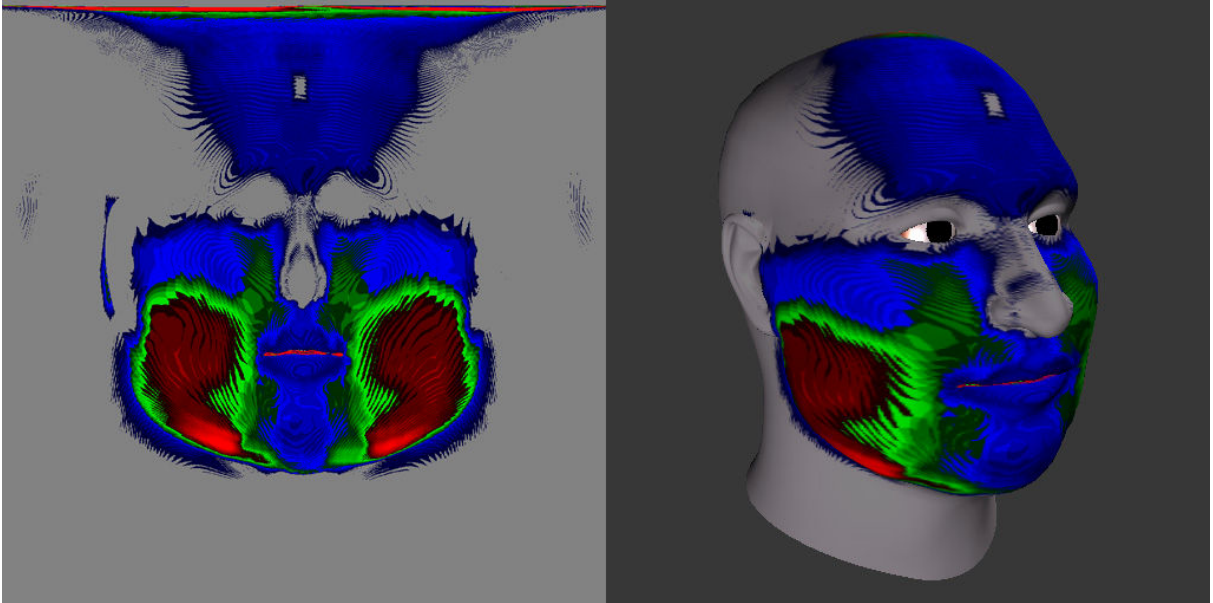


Figura 46. Comparação entre as tabelas de indivíduos do sexo masculino com baixo peso e indivíduos do sexo masculino com nível de obesidade 1. Tabela 9 em anexo.

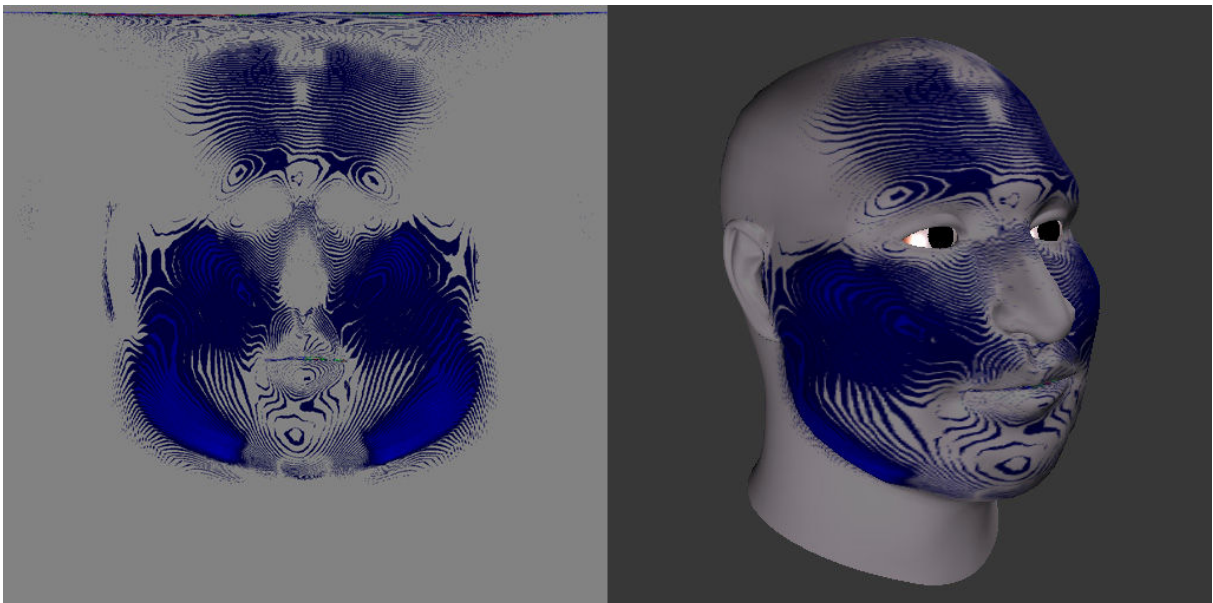


Figura 47. Comparação entre as tabelas de indivíduos de etnia branca com peso normal e indivíduos de etnia branca com pré-obesidade. Tabela 12 em anexo.

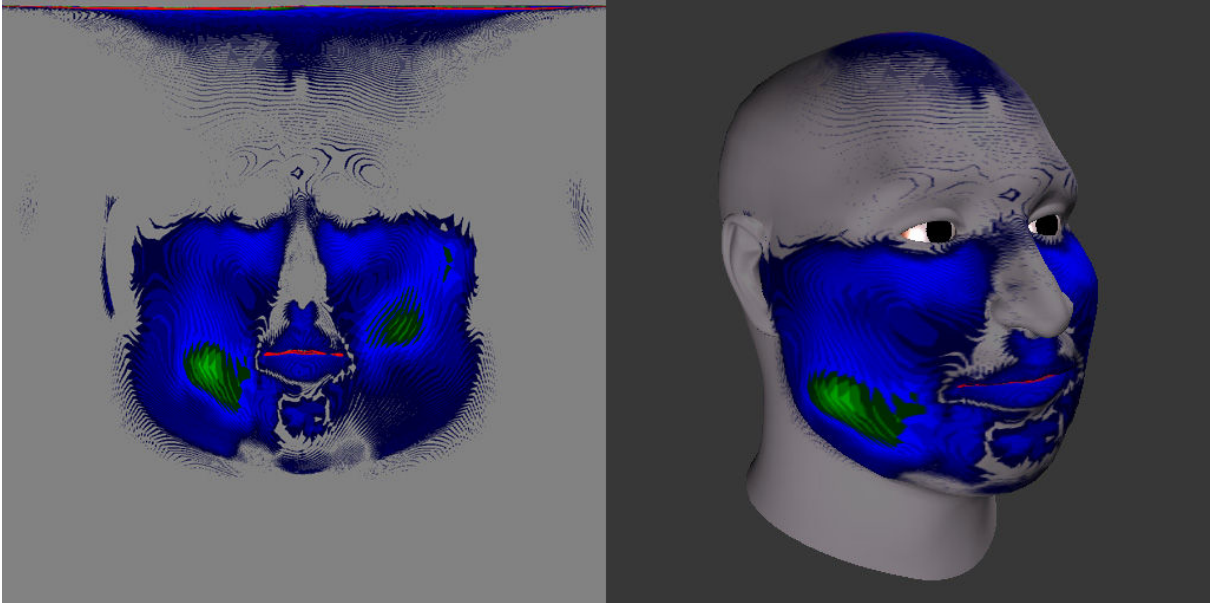


Figura 48. Comparação entre as tabelas de etnia branca com indivíduos de etnia amarela.  
Tabela 11 em anexo.

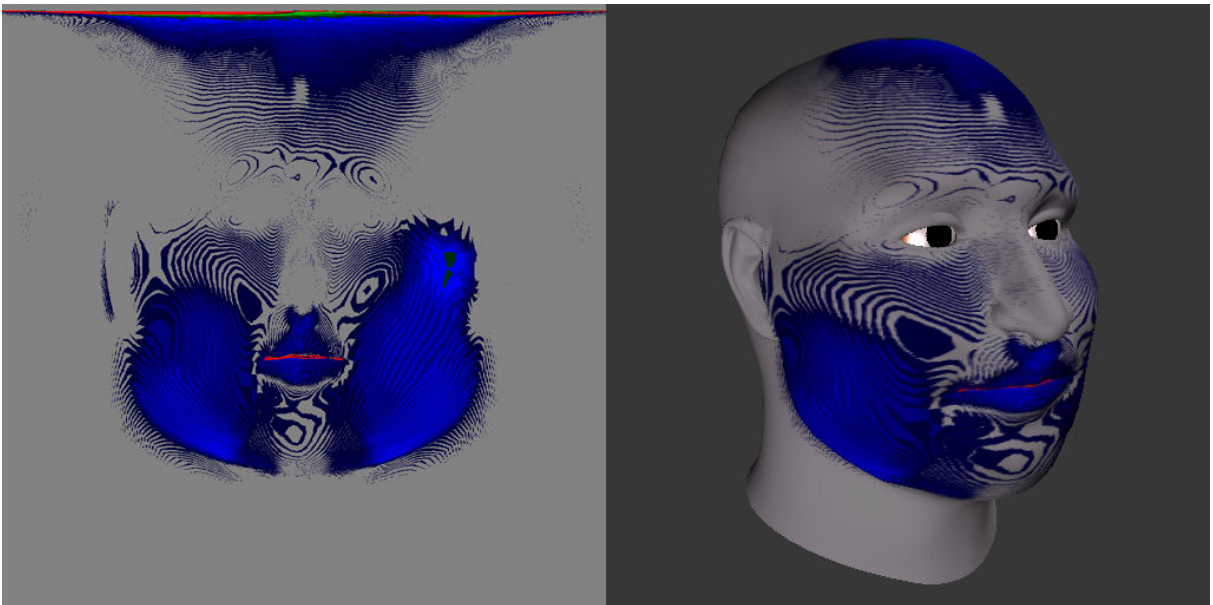


Figura 49. Comparação entre as tabelas de etnia branca com indivíduos de etnia mulata.  
Tabela 11 em anexo.

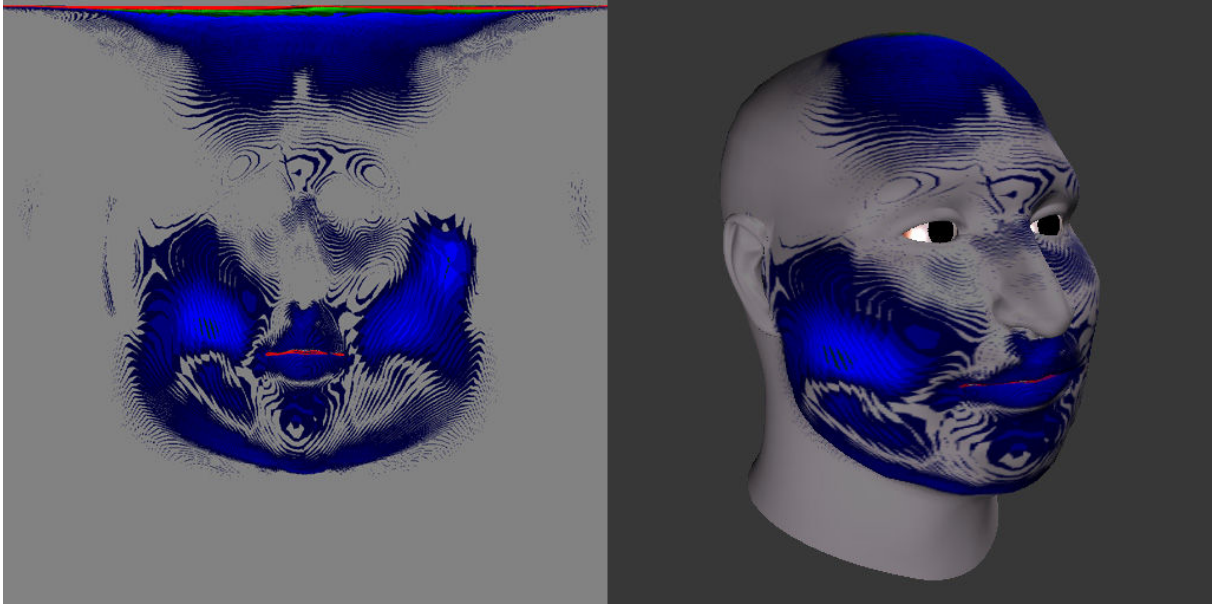


Figura 50. Comparação entre as tabelas de etnia branca com indivíduos de etnia negra.  
Tabela 11 em anexo.

## 5 DISCUSSÃO

A reconstrução facial tem se mostrado uma valiosa ferramenta no processo de reconhecimento de pessoas. Comumente, no seu desenvolvimento, realizado de forma manual, são necessários dias para se obter uma única reconstrução facial. Por esse motivo, é praticamente impossível fazer uso de várias tabelas de medidas de tecidos moles. Como resultado, é obtida uma face para cada crânio, limitando, muitas vezes, que outras possibilidades em um processo de identificação de pessoas sejam realizadas.

Como mostrado em outros estudos, para um processo de reconstrução facial bem sucedido faz-se necessária a utilização de medidas de tecidos moles. Para esse trabalho foram utilizadas as medidas de tecidos moles para indivíduos brasileiros descritas por SANTOS (2008), até então não testadas em um processo de reconstrução facial. O diferencial dessas medidas coletadas por SANTOS é que além de serem específicas para indivíduos brasileiros, algo até então não disponível, foram coletadas por meio de exames de RM em indivíduos em vida, técnica essa que possibilita o aumento substancial no número e na qualidade dos dados de tecidos coletados.

Desde os primeiros estudos com a automação do processo de reconstrução facial feito por MOSS (1987), muitos outros estudos nesse sentido foram desenvolvidos. Segundo LEE et al. (2010) muito ainda precisa ser feito para eliminar totalmente a subjetividade em um processo de reconstrução facial. Ainda segundo LEE et al. (2010), os processos totalmente automatizados ou semi-automatizados já existentes não comprovaram ainda cientificamente a sua eficácia.

Em seu trabalho, SANTOS (2008) destaca que quanto maior o número de pontos craniométricos utilizados em uma reconstrução, maior será a possibilidade de obtenção de reconstruções faciais mais apuradas. Para esse trabalho, além dos 22 pontos propostos por

SANTOS (2008), com o processo de interpolação foi possível a obtenção de mais 100 pontos interpolados.

TAYLOR (2001) cita que convencionalmente em uma reconstrução manual em 3D não são utilizados os pontos 6, 11, 14, 19 e 21 das tabelas de medidas de tecidos moles. Isso se dá porque alguns pontos são desnecessários, ou por estarem muito próximos a outros ou por produzirem algum tipo de cavidade anormal nas bochechas. Entretanto, para esse estudo os pontos foram mantidos.

Para o presente estudo foi utilizado um equipamento de TC, que possibilitou uma boa precisão para a digitalização do crânio em 3D. Por serem comuns em hospitais, o uso desse tipo de equipamento para aquisição de dados para a modelagem 3D de crânios de cadáveres abre a possibilidade que outros pesquisadores possam testar essa mesma metodologia em outras localidades, sem que haja a necessidade de aquisição de equipamentos específicos para esse fim.

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, é possível afirmar que o objetivo de investigar a aplicabilidade da computação gráfica como ferramenta de auxílio ao reconhecimento facial foi alcançado. Foi possível verificar também as diferenças visuais geradas por cada tabela de medida de tecidos moles e a sua importância no processo de reconstrução facial. Deve-se destacar que, durante todo o processo de reconstrução facial o pesquisador não teve acesso a informações sobre as características físicas do indivíduo cuja face foi reconstruída, a não ser as informações contidas no lado antropológico realizado pelo antropologista responsável do CEMEL.

Como resultado desse estudo, foram obtidas 20 imagens de reconstruções faciais com diferentes características físicas, determinadas pelas medidas de tecidos moles de SANTOS (2008), e foram geradas 6 imagens que possibilitaram a análise das diferenças existentes entre as diferentes tabelas descritas por SANTOS (2008).

Também como resultado foi definida e implementada uma metodologia de reconstrução facial que pode ser utilizada por outros pesquisadores com os mesmos ou outros propósitos. Essa metodologia foi desenvolvida com o intuito de facilitar a modelagem de várias faces 3D para um mesmo crânio, utilizando diferentes tabelas de medidas de tecidos moles. Com isso é possível que outros trabalhos, visando validar outras tabelas de medidas, possam utilizar essa mesma metodologia.

Como perspectiva para trabalhos futuros, faz-se necessária a validação prática da eficácia da reconstrução facial digital, com base na tabela de SANTOS (2008), no auxílio das atividades de Medicina Forense (reconhecimento de ossadas e de indivíduos desaparecidos).

Ainda como perspectiva de novos trabalhos, as etapas dessa metodologia poderão ser totalmente automatizadas, como, por exemplo, a inserção de pontos interpolados, ajustes iniciais da superfície da face 3D com os pontos craniométricos, e a espessura do pescoço.

Seguindo o que foi proposto nesse trabalho, juntamente com a automatização da inserção de pontos interpolados, será possível obter um número muito maior de pontos craniométricos. Com isso, além de se obter um ganho significativo de precisão dentro do processo de reconstrução facial, será possível diminuir a inserção de informações subjetivas com a eliminação da inserção manual dos pontos interpolados.

Poderá ser criado, também, um banco com características físicas pré-definidas, que possam ser utilizadas para o auxílio durante o processo de reconstrução facial. Características essas como tonalidades de pele, tipos de formato de orelhas, tipos de cabelo e pêlos faciais. Pode-se também, criar um banco de objetos 3D com chapéus, tipos de roupas, óculos, etc. que possam também ser acrescentados a imagem final, aumentando o seu realismo, para a apresentação ao público com o intuito de identificar uma pessoa desaparecida. Certamente, a automação de parte do processo e a criação de um banco de imagens e de objetos contribuirão para o desenvolvimento de uma ferramenta especialista para o desenvolvimento de



reconstruções faciais, que poderá contribuir significativamente com a redução de tempo, de custos com materiais e de inserção de informações subjetivas. Possibilitará também que pessoas com pouco conhecimento em computação possam desenvolver reconstruções faciais.

Para esse estudo foi utilizado como ferramenta principal o software 3ds Max da empresa Autodesk, mas outros softwares como Maya ou SoftImage também da Autodesk, Blender de código aberto e muitos outros, com recursos similares, podem ser utilizados para a mesma finalidade. Na etapa de deformação da superfície da face, outros softwares como ZBrush da empresa Pixologic e a MudBox também da Autodesk, podem facilitar a adequação da face sobre os pontos craniométricos.

## 6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

**6.1** – O uso de recursos de computação gráfica se mostrou muito eficiente para o processo de reconstrução facial e também para a apresentação dos resultados finais.

**6.2** – Os testes realizados com as tabelas de medidas de tecidos moles propostas por SANTOS (2008), puderam provar o quanto importante é a utilização de tabelas específicas para cada classificação do crânio, seja por idade, sexo, etnia ou massa corpórea.

**6.3** – A interpolação dos pontos craniométricos foi essencial para que fosse possível automatizar parte do processo de modelagem das faces e aumentar a quantidade de informações que puderam ser transferidas do crânio para a superfície da face. Somente assim foi possível em um curto intervalo de tempo desenvolver tantas reconstruções faciais com tantos detalhes diferentes.

**6.4** – O desenvolvimento da metodologia apresentada nesse trabalho, por utilizar recursos de fácil acesso, poderá contribuir para que outros pesquisadores a repliquem e também possam contribuir com novos estudos.

## REFERÊNCIAS

- CLAES P., VANDERMEULEN D., DE GREEF S., WILLEMS G., SUETENS P., **Cranio facial reconstruction using a combined statistical model of face shape and soft tissue depths: Methodology and validation.** Forensic Science International, ed. Elsevier, 2006, S147-S158p.
- ECHEVERRIA G. **3D Facial Reconstruction: Tissue depth measurement from MRI scans.** University of Sheffield, 13/03/2008. Disponível em: <http://www.dcs.shef.ac.uk/intranet/teaching/projects/archive/msc2003/pdf/m2ge.pdf> Acessado em: 19 de Abril de 2010.
- EVISON M. P. **Modelling Age, Obesity, and Ethnicity in a Computerized 3-D Facial Reconstruction.** Forensic Science Communications. April 2001, Volume 3, Number 2, 15/03/2008 <<http://www.assemblage.group.shef.ac.uk/1/EVISON.html>>
- GATLIFF B.P. **Facial sculpture on the skull for identification.** Am. J. Forensic. Med. and Pathol. 5, 1984, 327-332p.
- HANCOCK P. J., BRUCE V. V., AND BURTON A. M., **Recognition of unfamiliar faces.** Trends in Cognitive Sciences, Inglaterra, 2000, 330-337p.
- JONES T. D., LAWSON S. W., BENYON D., ARMITAGE A., **Comparison of Human and Machine Recognition of Everyday Human Actions,** V.G. Duffy (Ed.): Digital Human Modeling, HCII 2007, LNCS 4561, 2007, 120–129p.
- LEE W. -J., MACKENZIE S., WILKINSON C. **Facial Identification of the Dead. In Forensic Anthropology: 2000 to 2010.** Ed. Taylor and Francis, USA, 2010, 427p.
- MOSS JP, LINNEY AD, GRINDROD SR, ARRIDGE SR, CLIFTON JS. **Three-dimensional visualization of the face and skull using computerized tomography and laser scanning techniques.** European Journal of Orthodontics 1987;9:247-253.
- OXLEE G. Facial Recognition and Imagery Analysis. **In Forensic Human Identification: An Introduction.** (eds Thompson TJK, Black S), ed. Austin, Texas, USA: CRC Press, 2008, 544p.
- PARKE, F. I. **Computer Generated Animation of Faces.** ACM '72 Proceedings of the ACM annual conference - Volume 1, ed. ACM, New York, USA, 1972, 451-457p.
- PRAG, A. J. N. W. , NEAVE, R. **Making Faces.** ed. British Museum Press, 1999, 256p.

ROCHA S.; RAMOS D.; CAVALCANTI M. **Aplicabilidade da reconstrução facial em 3D-TC para identificação individual forense.** *Pesqui. Odontol. Bras.* vol.17 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid= S1517-74912003000100005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-74912003000100005)> Acesso em: 16 de Março de 2010.

SANTOS W. D. F. **Mensuração de Tecidos Moles da Face de Brasileiros Vivos em Imagens Multiplanares de Ressonância Magnética Nuclear para Fins Médicos – Legais.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, 2008, 100p.

SHEPHERD R., **Simpson's Forensic Medicine.** Ed. Arnold, St George's Medical and Dental School Tooting. London, UK, 2003, 196p.

STEPHAN C. N. **Facial approximation: an evaluation of mouth- width determination.** *Am J Phys Anthropol* 121, 2003, 48–57.

TAYLOR K.T. **Forensic Art and Illustration.** Ed. Austin, Texas, USA: CRC Press, 2000, 608p.

TEDESCHI-OLIVEIRA, S.V. **Reconstrução facial forense: projeção nasal.** (Tese). São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2010.

WILKINSON C. M. **Forensic Facial Reconstruction.** ed. Cambridge, USA: Cambridge University Press, 2004, 302p.

WILKINSON C. M. **Facial anthropology and reconstruction. In Forensic Human Identification: An Introduction.** (eds Thompson TJK, Black S), ed. Austin, Texas, USA: CRC Press, 2008, 544p.

WILKINSON C. M. **Facial reconstruction – anatomical art or artistic anatomy?** *Journal of Anatomy, Anatomical Society of Great Britain and Ireland*, 2010, 235–250p.

WILKINSON C., MOTWANI M., CHIANG E. **The relationship between the soft tissues and the skeletal detail of the mouth.** *J Forensic Sci* 48, 2003, 1–5p.

## APÊNDICE

**Tabela 1** Denominação, descrição anatômica e localização em imagens multiplanares de RM dos pontos craniométricos de 0 a 11 situados na linha média. (SANTOS, 2008)

PONTOS DA LINHA MÉDIA		
Ponto	Denominação	Descrição anatômica e localização em imagens multiplanares de RM
0	Trichion	Localizado e medido a partir de imagem de corte sagital, na superfície externa do osso frontal, no ponto mais superior e anterior, correspondendo aproximadamente à linha de implantação dos cabelos.
1	Supraglabela	Localizado e medido a partir de imagem de corte sagital, na superfície externa do osso frontal, acima da glabela, no ponto mais profundo da depressão entre as convexidades máximas das eminências frontais.
2	Glabela	Localizado e medido a partir de imagem de corte sagital, no local de maior convexidade apresentada pela superfície externa do osso frontal, na sua região inferior, logo acima das suturas fronto-nasais.
3	Nasio	Localizado e medido a partir de imagem de corte sagital, no ponto localizado na porção mais côncava da região da sutura fronto-nasal correspondente à deflexão do tecido mole da região frontal e nasal. A confirmação deve ser feita utilizando o último corte axial antes de aparecer imagem de osso nasal.
4	Rinio ou final do osso nasal	Localizado a partir de imagem de corte sagital no ponto mais inferior e anterior dos ossos nasais sobre a sutura inter-nasal, a fusão entre os ossos nasais é a referência que pode ser utilizada para a confirmação da exata localização, sendo visualizada no corte axial. Em tecido mole a correspondência é a junção óssea-cartilaginosa. Ambos os planos de corte axial e sagital podem ser utilizados para a medida.
5	Filtro-médio	Também denominado de sub-espinal, situado na porção mais inferior da crista óssea que origina a espinha nasal anterior, visualizada no corte axial, tem como seu correspondente em tecido mole o ponto médio da coluna do filtro, verificado no corte sagital, local onde deve ser realizado a mensuração.
6	Margem do lábio superior	Localizado e medido a partir de imagem de corte sagital, esse ponto também é denominado de Prostion, situado anteriormente no rebordo alveolar da maxila entre os dentes incisivos centrais, sendo o tubérculo do lábio superior seu correspondente de tecido mole.
7	Margem do lábio inferior	Localizado e medido a partir de imagem de corte sagital, esse ponto também é denominado de Infradental, situado anteriormente no rebordo alveolar da mandíbula entre os dentes incisivos centrais, sendo o tubérculo do lábio inferior seu correspondente de tecido mole.
8	Supramental	Situado na parte mais profunda da concavidade existente na região anterior e inferior do corpo da mandíbula, sendo a parte mais profunda da prega labiomental seu correspondente de tecido mole.
9	Eminência mental	Localizado e medido a partir de imagem de corte sagital, é também denominado de Pogônio, situado no ponto mais anterior da curvatura da protuberância mentoniana, podendo ser confirmada a localização e mensuração em imagem do corte axial, que evidencie a imagem de maior convexidade da cortical óssea mandibular vestibular.
10	Gnatio	Localizado e medido a partir de imagem de corte sagital é o ponto mandibular mais inferior localizado sobre a linha média, a exata localização e medida podem ser confirmadas com imagem do corte coronal.

**Tabela 2** Denominação, descrição anatômica e localização em imagens multiplanares de RM dos pontos craniométricos de 11 a 21 situados bilateralmente. (SANTOS, 2008)

PONTOS BILATERAIS		
Ponto	Denominação	Descrição anatômica e localização em imagens multiplanares de RM
11	Eminência Frontal	Na porção mais superior e proeminente da região lateral do osso frontal, observado e mensurado no corte sagital. O centro da pupila é a referência para guiar o plano de corte.
12	Orbital superior	Região lateral inferior do osso frontal no ponto médio da margem orbital superior, observado e mensurado no corte sagital, sendo a supercílio o seu correspondente em tecido mole e o centro da pupila a referência para guiar o plano de corte.
13	Orbital inferior	No ponto médio da margem infra-orbital do osso zigomático, observado e mensurado no corte sagital.
14	Zigomático inferior ou malar inferior	Ponto situado na parte mais profunda anterior e inferior do osso maxilar na junção do processo alveolar (superiormente) com a base do pilar zigomático (medialmente), visto em corte axial, e tendo como correspondente a imagem que evidencie o vértice inferior do seio maxilar no cortesagital, onde deve ser mensurado.
15	Lateral da órbita ou zigomático-orbital	Ponto de intersecção da linha que tangencia a margem lateral da órbita com a região de máxima convexidade do osso zigomático, visto e mensurado no corte axial; confirmado pelas imagens em corte sagital e coronal, corresponde ao local da sutura zigomático-maxilar.
16	Meio do arco Zigomático	Localizado sobre a região mais lateral da superfície externa do arco zigomático, visualizado e medido no corte axial, confirmada pela imagem do corte coronal correspondente.
17	Supraglenoide	Localizado e medido no corte axial, na porção mais distal do arco zigomático, logo acima da cavidade glenóidea, tendo como referência a imagem da cápsula articular do côndilo da mandíbula, também visualizada no corte coronal.
18	Goníaco	Localizado e medido sobre o corte axial na parte mais inferior e posterior do ângulo mandibular, entre o ramo e o corpo, onde as paredes vestibular e lingual se fundem. Em correspondência, o corte sagital deve evidenciar imagem da porção inferior do ramo em forma de um vértice.
19	Supra segundo molar superior	Sobre a região mais lateral da superfície externa da margem alveolar da maxila, geralmente próximo à região cervical da coroa do segundo molar superior. O corte sagital deve identificar a presença do segundo molar, enquanto o corte axial favorece tanto a confirmação visual desta referência anatômica dental, como a mensuração desejada.
20	Linha oclusal	Localizado sobre a face lateral do ramo mandibular na intersecção da continuação da linha oclusal com a linha vertical paralela ao processo coronóide da mandíbula que divide o ramo da mandíbula ao meio, na vertical. A localização e mensuração deste ponto devem ser feitas utilizando o corte axial exatamente no ponto de máxima constrição das corticais vestibular e lingual do ramo mandibular.
21	Supra segundo molar inferior	Situado sobre a região mais lateral da superfície externa da margem alveolar da mandíbula, frequentemente próximo à região cervical da coroa do segundo molar inferior. O corte sagital deve identificar a presença do segundo molar, enquanto o corte axial favorece tanto a confirmação visual desta referência anatômica dental, como a mensuração desejada.

**Tabela 3** Média e desvio padrão (desvpad), em milímetros, das mensurações de tecidos moles da face realizadas em brasileiros vivos utilizando-se imagens de 186 exames de RM a partir dos pontos craniométricos estudados envolvendo a linha média e os lados direito e esquerdo da face. (SANTOS, 2008)

PONTOS LINHA MÉDIA	MÉDIA E DESVPAD (n=186)	PONTOS BILATERAIS DIREITOS	MÉDIA E DESVPAD (n=185)	PONTOS BILATERAIS ESQUERDOS	MÉDIA E DESVPAD (n=185)
P0	5,15±1,21	P11D	5,88±1,28	P11E	6,05±1,55
P1	5,89±1,32	P12D	9,12±1,34	P12E	8,91±1,48
P2	6,31±1,16	P13D	6,94±1,17	P13E	6,90±2,01
P3	7,61±1,58	P14D	21,55±1,55	P14E	21,16±2,79
P4	3,52±1,02	P15D	10,26±1,01	P15E	10,51±2,88
P5	12,13±2,00	P16D	9,57±1,98	P16E	9,89±2,44
P6	10,24±1,89	P17D	13,94±2,01	P17E	14,14±2,46
P7	10,01±1,83	P18D	15,25±1,80	P18E	15,62±4,38
P8	11,17±2,04	P19D	26,38±2,13	P19E	26,39±4,50
P9	10,75±1,97	P20D	23,52±1,90	P20E	24,01±4,01
P10	7,67±1,96	P21D	24,55±1,89	P21E	24,20±4,26

**Tabela 4** Média e desvio padrão, em milímetros, das mensurações de tecidos moles da face realizadas a partir de 186 exames de RM de brasileiros vivos para os pontos da linha média separados pelo gênero masculino e feminino e valor de prova do teste T de Student's. (SANTOS, 2008)

Pontos Linha Média	(n=97) Masculino	(n=89) Feminino	valor de t
	Média ± desvpad	Média ± desvpad	tc=1.973 (p ≤ 0.05) tc=2.347 (p ≤ 0.001)
P0	5,55±1,24	4,70±1,01	**2,526
P1	6,27±1,37	5,47±1,12	*2,231
<b>P2</b>	<b>6,42±1,21</b>	<b>6,19±1,09</b>	<b>0,607</b>
P3	8,17±1,32	6,99±1,61	**2,908
<b>P4</b>	<b>3,68±0,91</b>	<b>3,34±1,10</b>	<b>1,237</b>
P5	12,91±1,82	11,23±1,81	**3,405
P6	10,98±1,82	9,39±1,60	**3,627
P7	10,56±1,74	9,36±1,72	**2,757
P8	11,79±1,99	10,47±1,89	**2,859
<b>P9</b>	<b>11,16±2,00</b>	<b>10,28±1,85</b>	<b>1,963</b>
P10	8,09±,98	7,19±1,83	**2,480

\* p valor ≤ 0,05

\*\* p valor ≤ 0,001

tc = t crítico

**negrito para destacar os pontos sobre a linha média que não apresentaram diferença estatística significativa entre valores de espessura tecidual em função dos gêneros masculino e feminino (P2, P4 e P9).**

**Tabela 5** Média e desvio padrão, em milímetros, das mensurações de tecidos moles da face realizadas a partir de 186 exames de RM de brasileiros vivos para os pontos direitos separados pelo gênero masculino e feminino e valor de prova do teste T de Student's. (SANTOS, 2008)

	(n=96) Masculino	(n=89) Feminino	valor de t
Pontos Lado Esquerdo	Média ± desvpad	Média ± desv pad	tc=1,973 (p ≤ 0,05) tc=2,347 (p ≤ 0,001)
<b>P11</b>	<b>6,51±1,56</b>	<b>5,56±1,37</b>	<b>**2,604</b>
P12	9,26±1,51	8,52±1,36	1,664
P13	6,95±2,19	6,84±1,80	0,277
P14	21,37±2,75	20,92±2,83	0,665
P15	10,44±2,85	10,57±2,92	-0,275
P16	9,78±2,66	10,01±2,19	-0,504
<b>P17</b>	<b>14,69±2,83</b>	<b>13,60±1,88</b>	<b>*2,023</b>
P18	15,32±4,65	15,94±4,06	-1,066
P19	26,53±4,80	26,20±4,11	0,542
<b>P20</b>	<b>24,78±4,26</b>	<b>23,15±3,55</b>	<b>*2,256</b>
P21	24,66±4,62	23,61±3,70	1,828

\* p valor ≤ 0,05

\*\* p valor ≤ 0,001

tc = t crítico

negrito para destacar os pontos bilaterais esquerdos que apresentaram diferença estatística significativa entre valores de espessura tecidual em função dos gêneros masculino e feminino (p valor ≤ 0,05 para os pontos P17 e P20 e p valor ≤ 0,001 para P11).

**Tabela 6** Média e desvio padrão, em milímetros, das mensurações de tecidos moles da face realizadas a partir de 186 exames de RM de brasileiros vivos para os pontos esquerdos separados pelo gênero masculino e feminino e valor de prova do teste T de Student's. (SANTOS, 2008)

	(n=96) Masculino	(n=89) Feminino	valor de t
Pontos Lado Direito	Média ± desvpad	Média ± desvpad	tc=1,973 (p ≤ 0,05) tc=2,347 (p ≤ 0,001)
<b>P11</b>	<b>6,38±1,48</b>	<b>5,32±1,27</b>	<b>**2,963</b>
P12	9,53±1,59	8,67±1,51	1,914
P13	6,95±2,34	6,92±2,00	0,072
P14	21,64±2,93	21,44±2,27	0,285
P15	10,13±3,04	10,41±2,89	-0,580
P16	9,53±2,90	9,62±2,14	-0,198
<b>P17</b>	<b>14,57±2,60</b>	<b>13,30±2,14</b>	<b>**2,381</b>
P18	15,03±4,96	15,49±4,24	-0,792
P19	26,54±4,71	26,16±4,81	0,613
<b>P20</b>	<b>24,41±4,27</b>	<b>22,54±3,18</b>	<b>**2,614</b>
P21	24,91±4,72	24,06±4,25	1,466

\*\* p valor ≤ 0,001

tc = t crítico

negrito para destacar os pontos bilaterais direitos que apresentaram diferença estatística significativa entre valores de espessura tecidual em função dos gêneros masculino e feminino (p valor ≤ 0,001 para os pontos bilaterais direitos P11, P17 e P20).



**Tabela 7** Média e desvio padrão, em milímetros, resultante da mensuração da espessura tecidual da face, a partir dos pontos craniométricos e seus correspondentes em tecidos moles estudados em 97 exames de imagens multiplanares de RM de pacientes do gênero masculino e distribuídos segundo os cinco diferentes intervalos de idade criados e comparação das médias dos diferentes intervalos de idade. (SANTOS, 2008)

Pontos estudados	Até 30 anos A (n=32)	31 a 40 anos B (n=30)	41 a 50 anos C (n=19)	51 a 60 anos D (n=04)	Acima de 60 anos E (n=12)	p valor
	Media ± desvpad	Media ± desvpad	Media ± desvpad	Media ± desvpad	Media ± desvpad	
P0	5,47±0,95	5,47±1,43	6,26±1,28	4,00±0,00	5,33±1,07	ns
P1	6,09±1,03	6,13±1,53	6,95±1,27	4,50±0,58	6,42±1,56	ns
P2	6,47±1,16	5,90±1,09	6,95±1,18	5,50±0,58	6,92±1,24	ns
P3	8,31±1,28	7,97±1,45	8,21±1,36	6,50±0,58	8,67±0,65	ns
P4	3,59±0,91	3,73±0,78	3,79±0,98	3,00±0,82	3,83±1,19	ns
P5	13,52±1,95	12,72±1,49	12,44±1,79	12,75±0,50	12,30±2,36	ns
P6	12,04±1,83	10,93±1,47	10,47±1,77	9,25±0,96	9,56±1,42	*A≠B(0,01) *A≠D(0,032)
P7	10,33±2,02	10,78±1,25	10,76±1,30	10,00±1,41	10,50±3,02	ns
P8	11,89±2,08	11,78±2,12	11,50±1,95	12,25±1,71	11,89±1,96	ns
P9	10,96±1,81	11,67±2,17	11,18±1,85	9,00±0,00	10,56±2,35	ns
P10	8,17±2,06	7,93±1,73	8,12±1,54	7,67±2,31	7,86±3,08	ns
P11	6,19±1,49	6,21±1,40	7,00±1,33	5,50±1,00	6,50±1,78	ns
P12	9,56±1,54	9,28±1,39	9,74±1,56	8,75±0,50	9,92±2,43	ns *A≠C(0,047) *B≠C(0,009) *B≠E(0,028)
P13	6,19±1,75	6,28±2,00	8,58±2,43	6,00±1,41	8,00±2,89	ns
P14	21,09±2,82	21,14±2,84	23,11±2,71	21,00±2,45	21,67±3,06	*B≠C(0,002) *B≠D(0,032)
P15	9,34±2,80	9,41±3,08	11,32±2,91	9,75±2,87	12,00±2,86	ns
P16	8,74±2,14	9,41±2,93	10,29±3,22	9,50±3,11	10,75±3,72	*B≠E(0,035) *A≠E(0,004) *B≠E(0,000) *C≠D(0,058) *C≠E(0,005) *D≠E(0,000)
P17	14,50±2,46	13,58±2,53	15,06±3,03	16,00±1,00	16,00±1,90	*A≠B(0,012) **A≠E(<,0001) *B≠D(0,012) **B≠E(<,0001) *C≠D(0,046) **C≠E(<,0001)
P18	14,22±4,05	14,86±5,82	15,84±4,63	11,25±2,63	17,42±5,50	*A≠E(0,001) **B≠E(<,0001) *C≠E(0,000) *D≠E(0,000)
P19	26,42±4,20	24,04±4,64	29,00±2,92	31,50±2,12	32,75±1,71	*A≠C(0,048) *A≠E(0,003) *B≠E(0,002) *C≠E(0,000) *D≠E(0,029)
P20	24,22±3,54	23,14±4,24	25,05±4,13	24,25±4,19	26,58±5,87	
P21	23,94±3,86	24,81±5,88	26,25±4,03	25,50±2,12	31,00±4,00	

ns = não significativo com  $p \geq 0,05$

\* = diferença estatisticamente significativa  $p \leq 0,05$

\*\* = diferença estatisticamente significativa  $p \leq 0,001$

**Tabela 8** Média e desvio padrão, em milímetros, resultante da mensuração da espessura tecidual da face, a partir dos pontos craniométricos e seus correspondentes em tecidos moles estudados em 89 exames de imagens multiplanares de RM de pacientes do gênero feminino e distribuídos segundo os cinco diferentes intervalos de idade criados e comparação das médias dos diferentes intervalos de idade. (SANTOS, 2008)

Pontos estudados	Até 30 anos <b>A</b> (n=22)	31 a 40 anos <b>B</b> (n=34)	41 a 50 anos <b>C</b> (n=15)	51 a 60 anos <b>D</b> (n=05)	Acima de 60 anos <b>E</b> (n=13)	p valor
	Media ± desvpad	Media ± desvpad	Media ± desvpad	Media ± desvpad	Media ± desvpad	
P0	4,68±1,04	4,88±0,91	4,67±1,35	4,6±0,89	4,46±0,88	ns
P1	5,50±1,10	5,41±1,18	5,60±1,12	6,2±1,10	5,31±1,25	ns
P2	5,95±1,05	6,12±1,09	6,27±1,03	7±1,22	6,54±1,20	ns
P3	6,86±1,83	7,12±1,67	7,07±1,39	7,8±1,92	6,69±1,44	ns
P4	3,41±1,33	3,12±0,91	3,67±1,11	3,2±0,84	3,54±1,20	ns
P5	<b>11,52±1,44</b>	<b>11,43±1,91</b>	<b>11,25±1,66</b>	<b>10,2±1,30</b>	<b>10,92±2,60</b>	*A=C (0,022) *B=C (0,005) *B=E (0,045)
P6	<b>10,19±1,47</b>	<b>9,41±1,59</b>	<b>9,42±1,31</b>	<b>8,6±2,07</b>	<b>8,00±1,31</b>	*A=C (0,008) *A=E (0,023)
P7	9,33±1,35	9,69±1,97	9,17±1,47	9,2±2,39	8,88±1,73	ns
P8	10,24±1,79	10,72±1,85	11,00±2,22	9,6±1,67	10,20±1,93	ns
P9	<b>9,76±1,45</b>	<b>10,79±2,32</b>	<b>10,27±1,42</b>	<b>10,5±1,29</b>	<b>10,00±1,49</b>	*A=B (0,035)
P10	7,21±2,02	7,36±2,20	7,45±1,63	7,75±2,06	6,57±1,27	ns
P11	5,36±1,22	5,38±1,23	4,93±1,03	5,4±1,34	5,69±1,84	ns
P12	8,23±0,97	8,79±1,49	9,13±1,85	8,2±1,10	8,85±1,91	ns
P13	6,50±1,79	6,76±1,99	7,13±1,68	8,2±2,95	7,62±2,43	ns
P14	21,32±2,42	21,47±2,67	21,93±2,28	22,4±2,30	21,15±1,63	ns *A≠D (0,020) *B≠D (0,009) *D≠E (0,019)
P15	<b>10,18±2,38</b>	<b>9,94±3,02</b>	<b>11,40±2,56</b>	<b>12,6±2,70</b>	<b>10,23±3,47</b>	ns
P16	10,14±2,08	9,03±2,56	10,00±1,60	9,8±1,30	9,69±1,75	ns
P17	12,76±2,05	13,13±2,56	13,80±1,74	13,6±2,51	13,92±1,19	ns *B≠E (0,035) *C≠E (0,016) *D≠E (0,033)
P18	<b>14,73±3,82</b>	<b>15,59±4,87</b>	<b>15,40±4,53</b>	<b>16,6±2,70</b>	<b>16,31±3,30</b>	*A≠D (0,024) *A≠E (0,001) *B≠D (0,008) *B≠E (0,000) *C≠D (0,008) *C≠E (0,000)
P19	<b>26,60±3,86</b>	<b>26,90±5,37</b>	<b>23,25±5,23</b>	<b>34± - -</b>	<b>25,00±1,41</b>	*A≠E (0,011) *B≠E (0,002) *C≠E (0,002) *D≠E (0,032)
P20	<b>22,50±2,22</b>	<b>22,36±3,26</b>	<b>22,07±4,23</b>	<b>22,6±3,65</b>	<b>24,00±3,16</b>	A≠C (0,009) *A≠E (0,010) *B≠C (0,001) *B≠E (0,018) *C≠E (0,001)
P21	<b>24,53±3,54</b>	<b>24,65±4,31</b>	<b>21,00±3,83</b>	<b>32± - -</b>	<b>21,50±4,95</b>	*C≠E (0,001)

ns = não significativo com  $p \geq 0,05$

\* = diferença estatisticamente significativa  $p \leq 0,05$

**Tabela 9** Média e desvio padrão, em milímetros, resultante da mensuração da espessura tecidual da face, a partir dos pontos craniométricos e seus correspondentes em tecidos moles estudados em 50 exames de imagens multiplanares de RM de pacientes do gênero masculino e distribuídos segundo os cinco diferentes intervalos de índice de massa corporal e valor de prova do teste T de Student's resultante das comparações entre categorias B e C. (SANTOS, 2008)

Pontos estudados	Baixo Peso	Normal	Pré- obesidade	Obesidade I	Obesidade II	p valor
	A (n=03) Media ± desvpad	B (n=28) Media ± desvpad	C (n=14) Media ± desvpad	D (n=04) Media ± desvpad	E (n=01) Media ± desvpad	
P0	4,33±0,58	5,89±1,23	5,57±1,40	5,75±1,50	7,00± --	ns (0,794)
P1	5,00±1,00	6,04±1,55	6,36±1,39	6,75±0,96	8,00± --	ns (0,348)
P2	5,00±1,00	6,25±1,21	6,36±1,34	6,75±0,96	7,00± --	ns (0,372)
P3	7,33±1,15	8,14±1,41	7,71±1,20	9,25±1,26	8,00± --	ns (0,841)
P4	4,00±1,00	3,57±1,03	4,00±0,88	3,50±0,58	4,00± --	ns (0,305)
P5	12,50±0,71	12,96±2,25	12,50±1,22	14,67±0,58	-	ns (0,518)
P6	10,00±0,00	10,74±1,68	11,15±1,86	12,67±4,62	-	ns (0,712)
P7	9,00±1,41	10,76±1,16	10,31±1,84	12,33±0,58	-	ns (0,416)
P8	11,00±1,41	11,76±2,09	12,31±1,93	14,00±1,00	-	ns (0,972)
P9	9,00± --	11,16±1,75	10,62±1,89	11,33±1,15	-	ns (0,607)
P10	6,50±3,54	8,32±1,52	7,92±2,02	9,50±1,00	-	ns (0,856)
P11	5,00±0,00	6,25±1,17	6,86±1,51	7,50±1,29	8,00± --	ns (0,121)
P12	8,67±0,58	9,36±1,79	9,43±1,40	11,00±1,83	11,00± --	ns (0,069)
P13	4,67±1,15	6,32±2,06	6,86±1,75	9,00±1,63	14,00± --	ns (0,270)
P14	18,33±1,53	20,71±2,73	21,79±2,19	24,25±2,22	25,00± --	ns (0,053)
P15	8,00±3,61	9,25±2,62	10,50±3,30	11,25±1,50	18,00± --	*B≠C (0,004)
P16	7,00±3,61	8,48±2,28	9,62±2,96	11,00±0,00	18,00± --	ns (0,298)
P17	13,33±2,31	14,15±2,5	14,55±2,66	14,50±0,71	20,00± --	ns (0,586)
P18	9,00±1,00	13,75±4,15	16,79±5,58	19,50±1,29	24,00± --	**B≠C (<,0001)
P19	19,00± --	26,05±4,64	27,45±4,70	28,50±6,36	--	*B≠C (0,031)
P20	18,00±2,00	22,89±3,75	25,54±2,96	27,75±3,30	35,00± --	*B≠C (0,010)
P21	17,00± --	24,11±4,57	25,36±3,98	27,00±4,58	--	ns (0,077)

devido ao *n* não representativo verificado nas categorias A, D e E, são apresentadas as comparações entre os grupos de indivíduos do grupo B e C, respectivamente com IMC normal e pré-obesidade.

ns = não significativo com  $p \geq 0,05$

\* = diferença estatisticamente significativa  $p \leq 0,05$

\*\* = diferença estatisticamente significativa  $p \leq 0,001$

**Tabela 10** Média e desvio padrão, em milímetros, resultante da mensuração da espessura tecidual da face, a partir dos pontos craniométricos e seus correspondentes em tecidos moles estudados em 50 exames de imagens multiplanares de RM de pacientes do gênero feminino e distribuídos segundo os cinco diferentes intervalos de índice de massa corporal e valor de prova do teste T de Student's resultante das comparações entre categorias B e C. (SANTOS, 2008)

Pontos estudados	Baixo Peso	Normal	Pré- obesidade	Obesidade I	Obesidade II	p valor
	A (n=01)	B (n= 32)	C (n=14)	D (n=05)	E (n=02)	
	Media ± desvpad	Media ± desvpad	Media ± desvpad	Media ± desvpad	Media ± desvpad	
P0	4,00± --	4,66±1,07	5,00±0,96	5,6±1,67	4,00±0,00	ns (0,944)
P1	5,00± --	5,28±1,11	5,71±1,33	6,4±0,55	5,00±0,00	ns (0,554)
P2	5,00± --	6,00±0,92	6,79±1,25	7±1,58	6,00±0,00	ns (0,585)
P3	5,00± --	7,28±1,71	7,21±1,37	8±1,87	6,50±2,12	ns (0,596)
P4	4,00± --	3,25±1,22	3,64±0,74	3,8±0,84	3,50±0,71	ns (0,498)
P5	11,00± --	11,37±1,42	10,58±2,07	13,4±1,67	11,50±0,71	ns (0,341)
P6	8,00± --	9,70±1,94	9,22±1,86	10±1,41	9,00±0,00	ns (0,951)
P7	6,00± --	9,33±1,52	8,89±1,45	11,4±3,21	9,50±0,71	ns (0,271)
P8	9,00± --	10,48±1,74	9,91±2,39	12,4±2,07	11,00±0,00	ns (0,731)
P9	12,00± --	10,00±1,85	11,30±2,45	11,2±1,92	10,00±1,41	ns (0,838)
P10	8,00± --	7,17±2,04	7,55±1,57	6,8±2,59	8,00±1,41	ns (0,639)
P11	5,00± --	4,94±1,11	5,93±1,54	6,00±1,22	5,50±0,71	ns (0,232)
P12	10,00± --	8,06±0,98	9,71±1,20	9,80±1,48	9,50±2,12	ns (0,144)
P13	6,00± --	6,16±1,85	7,07±1,73	9,40±0,89	10,00±4,24	ns (0,450)
P14	21,00± --	20,69±2,05	21,57±2,21	25,40±2,51	24,00±1,41	ns (0,115)
P15	8,00± --	9,53±2,36	11,64±2,65	13,40±1,82	17,00±0,00	*B≠C (0,012)
P16	9,00± --	9,47±1,97	9,46±1,90	11,80±3,11	13,00± --	ns (0,483)
P17	12,00± --	13,09±1,99	13,46±1,13	15,40±3,21	16,00± --	ns (0,822)
P18	14,00± --	14,31±3,81	16,57±4,89	21,00±5,96	18,50±0,71	**B≠C(<,0001)
P19	--	24,58±4,17	24,00±2,74	32,50±5,57	29,50±6,36	ns (0,064)
P20	20,00± --	21,81±2,96	22,64±4,13	25,60±2,51	26,00± --	*B≠C (0,026)
P21	--	23,50±3,81	21,83±3,76	30,67±6,43	24,00±7,07	ns (0,136)

devido ao *n* não representativo verificado nas categorias A, D e E, são apresentadas as comparações entre os grupos de indivíduos do grupo B e C, respectivamente com IMC normal e pré-obesidade.

ns = não significativo com  $p \geq 0,05$

\* = diferença estatisticamente significativa  $p \leq 0,05$

\*\* = diferença estatisticamente significativa  $p \leq 0,001$

**Tabela 11** Média e desvio padrão, em milímetros, resultante da mensuração dos pontos craniométricos localizados sobre a linha média e distribuídos segundo as etnias branca, negra, mulata, amarela, e etnia indefinida em exames de imagens multiplanares de RM. (n=186) (SANTOS, 2008)

Pontos Linha Média	branca (n=138)	negra (n=04)	mulata (n=16)	amarela (n=03)	indefinida (n=25)
	Média ± desvpad	Média ± desvpad	Média ± desvpad	Média ± desvpad	Média ± desvpad
P0	5,03±1,22	6,25±1,71	6,06±0,85	5,67±1,53	5,00±0,96
P1	5,76±1,32	6,75±1,26	6,88±1,36	6,67±1,15	5,72±1,06
P2	6,28±1,17	6,25±0,50	6,81±1,05	6,33±1,15	6,20±1,22
P3	7,58±1,64	7,00±1,15	7,50±1,41	7,67±1,53	7,96±1,40
P4	3,47±1,03	4,25±1,26	3,44±0,96	4,00±1,00	3,68±0,99
P5	12,06±2,02	11,75±1,71	12,47±1,85	10,00±0,00	12,56±2,02
P6	10,13±1,93	11,00±3,16	10,85±1,41	10,50±0,71	10,30±1,77
P7	9,96±1,78	11,00±1,41	10,62±1,26	11,50±0,71	9,65±2,33
P8	11,16±1,92	12,75±2,87	11,46±2,44	7,50±0,71	11,13±2,14
P9	10,76±1,95	11,00±2,00	11,14±1,75	11,00±1,41	10,36±2,34
P10	7,75±1,85	8,75±1,26	7,73±2,71	7,00±0,00	7,05±2,04
P11D	5,82±1,46	7,25±1,71	6,25±1,29	6,00±2,00	5,72±1,59
P12D	9,08±1,62	9,25±0,96	9,25±1,06	9,00±2,00	9,24±1,94
P13D	6,81±2,07	6,50±2,65	7,38±1,75	10,00±4,00	7,04±2,56
P14D	21,49±2,56	22,25±3,10	22,00±2,56	22,33±2,31	21,36±3,15
P15D	10,09±2,93	11,25±3,59	10,63±2,99	13,00±5,00	10,48±2,83
P16D	9,45±2,44	10,25±0,50	10,00±2,20	10,67±6,35	9,72±2,99
P17D	13,81±2,26	14,00±1,83	14,50±2,21	15,00±5,00	14,17±3,32
P18D	14,91±4,35	16,00±4,97	17,94±5,54	17,00±7,00	15,04±4,91
P19D	26,04±4,91	30,50±3,54	28,15±4,26	29,50±2,12	25,85±3,89
P20D	23,14±3,47	25,00±4,40	24,40±3,22	25,33±8,74	24,60±5,40
P21D	24,06±4,23	22,00(n=1)	26,23±4,40	31,00(n=1)	25,71±5,94
P11E	5,99±1,51	7,25±2,36	6,94±1,39	6,33±2,08	5,60±1,47
P12E	8,91±1,48	8,50±1,00	9,31±1,25	8,67±0,58	8,72±1,74
P13E	6,78±1,82	7,50±2,65	7,06±1,81	10,33±4,04	6,92±2,50
P14E	21,24±2,36	20,75±2,75	21,38±2,63	22,33±2,31	21,52±3,16
P15E	10,33±2,88	10,50±2,65	11,19±3,19	12,67±4,04	10,76±2,63
P16E	9,63±2,41	10,75±2,06	11,13±1,75	11,00±6,24	10,20±2,31
P17E	13,98±2,29	13,50±2,08	14,93±1,75	14,67±5,51	14,54±3,24
P18E	15,36±4,05	16,00±5,10	18,50±5,84	16,67±4,04	15,00±4,65
P19E	25,98±4,44	29,50±0,71	28,64±4,57	31,50±0,71	25,50±4,43
P20E	23,62±3,70	25,50±3,11	25,94±3,92	26,00±7,81	24,40±5,04
P21E	23,82±3,73	23,00±4,24	26,38±4,56	25,00(n=1)	24,71±6,45

**D = Lado direito**

**E = Lado Esquerdo**

**Tabela 12** Média e desvio padrão, em milímetros, resultante da mensuração da espessura tecidual da face, a partir dos pontos craniométricos e seus correspondentes em tecidos moles estudados em 104 exames de imagens multiplanares de RM de pacientes da etnia branca e distribuídos segundo as categorias de IMC normal e pré-obesidade. (SANTOS, 2008)

Pontos crâniométricos	Normal (n=52) 69,33%	Pré-obesidade (n=23) 39,67%
	Média ± desvpad	Média ± desvpad
P0	5,08±1,25	5,00±1,09
P1	5,48±1,24	5,83±1,34
P2	6,12±1,00	6,61±1,41
P3	7,71±1,67	7,61±1,34
P4	3,31±1,09	3,83±0,89
P5	12,23±2,05	11,36±1,89
P6	10,21±1,90	10,16±2,09
P7	10,00±1,58	9,47±1,74
P8	11,07±1,84	10,86±2,17
P9	10,61±1,86	11,05±2,17
P10	7,97±1,85	7,61±1,72
P11	5,43±1,14	6,26±1,48
P12	8,63±1,39	9,48±1,26
P13	6,33±1,68	6,78±1,86
P14	20,53±2,02	21,52±1,79
P15	9,43±2,53	10,93±2,67
P16	9,06±2,02	9,76±2,42
P17	13,66±2,30	14,29±2,20
P18	14,26±3,82	16,48±4,56
P19	25,10±4,29	26,13±4,87
P20	22,88±3,29	23,96±3,96
P21	23,47±3,59	23,88±4,46

Os valores de média e desvio padrão apresentados foram obtidos em função da média entre os valores do lado direito e esquerdo, por isso os pontos não estão diferenciados pelo lado.

**Tabela 13** Média e desvio padrão, em milímetros, resultante da mensuração da espessura tecidual da face, a partir dos pontos craniométricos e seus correspondentes em tecidos moles estudados em 75 exames de imagens multiplanares de RM de pacientes da etnia branca e distribuídos segundo as categorias de IMC normal e pré-obesidade em função do gênero. (SANTOS, 2008)

Pontos craniométricos	IMC Normal (n=52)		IMC Pré-obesidade (n=23)	
	MASC (n=22) 42,31%	FEM (n=30) 57,69%	MASC (n=11) 47,83%	FEM (n=12) 52,17%
	Média ± desvpad	Média ± desvpad	Média ± desvpad	Média ± desvpad
P0	5,73±1,28	4,60±1,00	5,18±1,25	4,83±0,94
P1	5,77±1,41	5,27±1,08	6,09±1,30	5,58±1,38
P2	6,18±1,18	6,07±0,87	6,36±1,50	6,83±1,34
P3	8,18±1,50	7,37±1,73	8,00±1,10	7,25±1,48
P4	3,36±0,90	3,27±1,23	4,09±0,94	3,58±0,79
P5	13,32±2,17	11,28±1,37	12,45±1,21	10,27±1,85
P6	10,89±1,53	9,72±2,01	10,91±1,92	9,13±1,96
P7	10,80±1,20	9,36±1,58	10,00±1,79	8,75±1,49
P8	11,60±1,90	10,64±1,70	11,73±1,42	9,90±2,51
P9	11,20±1,77	10,13±1,83	10,50±2,01	11,67±2,29
P10	8,71±1,40	7,38±1,99	7,89±1,96	7,33±1,50
P11	6,02±1,04	5,00±1,02	6,45±1,29	6,08±1,68
P12	9,32±1,63	8,12±0,93	9,55±1,39	9,42±1,18
P13	6,30±1,72	6,35±1,68	6,55±1,99	7,00±1,80
P14	20,32±2,22	20,68±1,89	21,55±2,07	21,50±1,58
P15	9,25±2,53	9,57±2,56	10,41±3,25	11,42±2,02
P16	8,52±2,24	9,45±1,78	9,41±2,87	10,08±1,99
P17	14,26±2,73	13,23±1,88	14,72±2,90	13,96±1,56
P18	14,05±4,16	14,42±3,61	16,05±4,46	16,88±4,80
P19	25,44±4,84	24,83±3,90	27,94±4,90	22,50±2,12
P20	23,68±3,59	22,28±2,98	25,64±3,13	22,42±4,13
P21	23,78±3,61	23,26±3,64	25,44±4,27	21,40±3,90

**Os valores de média e desvio padrão apresentados foram obtidos em função da média entre os valores do lado direito e esquerdo, por isso os pontos não estão diferenciados pelo lado.**