

VERA LÚCIA MESTRE ROSA

**CEFALOSTATO VIRTUAL – POSICIONAMENTO INICIAL PARA A
PADRONIZAÇÃO NA MARCAÇÃO DE PONTOS CRANIOMÉTRICOS
EM IMAGENS OBTIDAS POR TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA,
PARA USO EM CEFALOMETRIA**

São Paulo

2009

Vera Lúcia Mestre Rosa

**Cefalostato virtual – posicionamento inicial para a padronização na
marcação de pontos craniométricos em imagens obtidas por
tomografia computadorizada, para uso em cefalometria**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Diagnóstico Bucal

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Costa

São Paulo

2009

Catálogo-na-Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Rosa, Vera Lúcia Mestre

Cefalostato virtual–posicionamento inicial para a padronização na marcação de pontos craniométricos em imagens obtidas por tomografia computadorizada, para uso em cefalometria / Vera Lúcia Mestre Rosa; orientador Cláudio Costa. -- São Paulo, 2009.

110p. : fig., tab., graf.; 30 cm.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração: Diagnóstico Bucal) -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

1. Cefalostato virtual 2. Tomografia computadorizada -- Crânio -- Diagnóstico bucal

CDD 616.0757
BLACK D622

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 E COMUNICADA AO AUTOR A REFERÊNCIA DA CITAÇÃO.

São Paulo, ____/____/____

Assinatura:

E-mail:

FOLHA DE APROVAÇÃO

Rosa VLM. Cefalostato virtual – posicionamento inicial para a padronização na marcação de pontos craniométricos em imagens obtidas por tomografia computadorizada, para uso em cefalometria [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2009.

São Paulo, / /2009

Banca Examinadora

1) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

2) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

3) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

4) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

5) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

A todo e qualquer indivíduo que possa ser beneficiado com este estudo.

Aos meus queridos pais, José Carlos (*in memoriam*) e Maria Lúcia, meu irmão José Carlos e cunhada Marli pelo apoio irrestrito, incentivo, amor e exemplo.

Aos meus amados sobrinhos e afilhadas Bruno, Dani, Camila e Debora alegrias e amores eternos.

A toda minha família, tios e primos, motivo de muito orgulho em minha caminhada.

Aos meus grandes amigos, presenças constantes na minha vida como escolhida família que são, Lílian, Liane, Georgia, Márcia (*in memoriam*), Sergio, Ligia, Serginho, Sari, Ro, Elaine, Rodolfo, Isidoro, Solange, Yoyo, Liete, Carmem, Adriana, ... dividindo comigo todas alegrias e angústias, e além de tudo cuidando de mim.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Claudio Costa, pela orientação, amizade e confiança.

Ao Prof. Dr. Jurandyr Panella (*in memoriam*) pela oportunidade e confiança a mim oferecida e pelo carinho da recepção.

A Cecília meu verdadeiro “anjo da guarda”, nem todo agradecimento será suficiente.

Ao Museu de Crânios da Escola Paulista de Medicina – Unifesp, na pessoa do Prof. Dr. Ricardo Luiz Smith e de Silvia Abuchaim, meu eterno obrigada e minha eterna admiração.

A todos os professores, que me acompanharam nesta jornada, prestando uma ajuda imensa na transmissão do conhecimento em especial Profa. Dra. Marlene Fenyo Soeiro de Matos Pereira, Prof. Dr. Cesar Angelo Lascale, Prof. Dr. Claudio Costa, Prof. Dr. Claudio Fróes de Freitas, Profa. Dra. Emiko Saito Arita, Prof. Dr. Evangelo Tadeu Terra Ferreira, Prof. Dr. Israel Chilvarquer, Prof. Dr. Jefferson Xavier de Oliveira, Prof. Dr. Marcelo de Gusmão Paraíso Cavalcanti.

Aos meus colegas, que sempre me apoiaram, e fazem parte deste trabalho, Dra. Ana Lucia, Dra. Carmem Hoyuela, Dra. Adriana Ortega, Dra. Liette Zwir e Dr. Sérgio Guimarães, Eduardo Cottechia, Dr. Douglas Chenin (Anatomege).

Aos meus amigos Rodrigo e Samuel, no momento da informática, não sei o que seria de mim sem vocês.

A Mitti Koyama pelo apoio, competência e prontidão nos cálculos estatísticos.

A Liane Rossi pela amizade e carinhosa revisão deste trabalho.

Aos colegas que repartiram comigo seu prazer e amizade na convivência durante o curso, em especial, Marcos, Thásia e Maria José.

À bibliotecária Glauci Elaine Damasio Fidelis pela organização e revisão deste trabalho.

Rosa VLM. Cefalostato virtual – posicionamento inicial para a padronização na marcação de pontos craniométricos em imagens obtidas por tomografia computadorizada, para uso em cefalometria [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2009.

RESUMO

Objetivo: O desenvolvimento da tecnologia em diagnóstico odontológico por imagem através dos Tomógrafos Computadorizados por Feixe Cônico, tornou possível e acessível a avaliação cefalométrica através de reconstruções volumétricas do crânio. Parâmetros baseados em evidências científicas são necessários para implementar o seu uso. Alguns parâmetros utilizados na cefalometria convencional (bidimensional) deverão ser esquecidos, outros deverão ser adaptados, outros, ainda, deverão ser criados. Propomos aqui a criação de um Cefalostato Virtual para orientação do crânio em TC, com a utilização de pontos intracranianos, que são mais estáveis. Também propomos a criação do ponto TS e da linha TS-Pg em substituição ao ponto S e ao eixo Y de crescimento de Downs, respectivamente. Além disso, propomos a linha Ba-Op como referência para casos de assimetria faciais onde não é possível a utilização do plano Horizontal de Frankfurt, em casos, por exemplo, de síndromes que afetem os pontos de referências mais externos. **Métodos:** 49 crânios pertencentes ao do Museu de Anatomia – UNIFESP, foram escaneados em um tomógrafo computadorizado por feixe cônico (TCFC), na clínica ISOOrthographic, São Paulo. As pontuações foram realizadas em dois momentos, com espaçamento de uma semana. Foram

calculadas estatisticamente medidas-resumo (média, quartis, mínimo, máximo e desvio padrão). Foram calculadas também as correlações intraclasse e correlações de Pearson entre o Eixo Y (S-Gn) e linha entre os pontos TS e Pg. **Resultados:** Apesar de se observar uma baixa reprodutibilidade nas coordenadas, para os pontos CE, Pg e Gn, foi observada alta correlação entre as medidas angulares em questão. Para descrever a inclinação do Eixo Y em função da inclinação da Linha TS e Pg adotou-se um modelo de regressão linear simples descrito pela equação abaixo:

$Ang \dot{S} - Gn_i = 0,989 Ang TS - Pg_i$ **Conclusões:** o uso do Cefalostato Virtual na orientação de Crânios em Tomografia Computadorizada é factível e favorece a reprodução do posicionamento craniano; apesar da baixa reprodutibilidade intra observador dos pontos CE, Pg e Gn, novos critérios tridimensionais na definição destes pontos poderiam aumentar a precisão na sua localização; a alta reprodutibilidade intra observador para os pontos Op, TS e N, sugere que os critérios anatômicos próprios das estruturas estudadas favorecem a sua determinação; o ponto TS apresentou maior reprodutibilidade do que o ponto S, embora esta diferença não tenha sido estatisticamente significativa, podendo-se substituir o ponto S pelo TS em estudos futuros; existe alta correlação entre a linha entre os pontos TS e Pg e o Eixo Y; a avaliação do comportamento da inclinação da linha orbitomeática (HF) com relação à linha Básio-Opístio sugere que na presença de alterações cranianas este relacionamento propicie auxílio no diagnóstico das alterações craniofaciais.

Palavras-Chave: Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico – Tomografia Computadorizada – Cefalogramas – Cefalometria - Ortodontia – Craniofacial – Assimetria – Tridimensional (3D)

Rosa VLM. The Virtual Cephalostat - the preliminar adjustment for standardization of skull orientation in landmarks localization using CT in cephalometric analyses [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2009.

ABSTRACT

Objective: The development of new technology in dental diagnosis by cone beam CT (CBCT) image, made possible and accessible the realization of cephalometric evaluation through volumetric reconstructions of the skull. Scientific parameters with evidence-based are needed to implement its use. Some parameters used in conventional cephalometry (2D) maybe need to be forgotten, others should be adapted, and others still to be created. In this research we propose to create a Virtual Cephalostat orientation of the skull in CT, with the intracranial landmarks, because they are more stable. We propose the creation of landmark **TS** (Tubercle Sella) and the **TS-Pg** line to replace the landmark **S** (Sella) and the **Y-axis** of growth (Downs), respectively. Furthermore, we propose to use the **Basion-Opistion** line as a reference for cases of craniofacial asymmetry where is not possible to use the Frankfurt horizontal plane, as in some cases of syndromes that affects the most external landmarks. **Methods:** 49 skulls of Anatomy Museum of UNIFESP – Federal University of São Paulo, were scanned in a CBCT. The analyses were performed in 2 stages, within 1-week space. Statistics measurements were calculated (mean, quartiles, minimum, maximum and standard deviation). We also calculated the intraclass correlations (ICC) and the Pearson correlations between the **Y axis (S-Gn)**

and the line between landmarks **TS-Pg**. **Results:** Even if there is a low reproducibility in the coordinates for landmarks **EC** (Ethmoidal Crest), **Pg** and **Gn** it was observed a high correlation between the angular measures in question. To describe the inclination of the **Y axis** according to the slope of the line adopted **TS** and **Pg** a simple linear regression model is used, showed by the equation bellow:

$$\text{Ang } \dot{S} - \text{Gn}_i = 0,989 \text{ Ang } \text{TS} - \text{Pg}_i$$

Conclusions: The use of the Virtual Cephalostat in orientation of skulls using CBCT is feasible and facilitates the reproduction of the skull position, despite the low intra observer reproducibility of landmarks **EC**, **Pg** and **Gn**, new 3D criteria in the definition of these landmarks could increase the precision in its location. The high intra observer reproducibility at the landmarks **Op**, **N** and **TS**, suggests that the anatomical criteria themselves promote their reliability; The **TS** landmark showed a higher reproducibility than the **S** landmark, even though the difference was not statistically significant, and it should be replaced by the landmark **TS** in future studies. There is a high correlation between the **TS - Pg** line and **Y-axis**. The relationship between the slope of the HF plane and **Ba -Op** line suggests that in the presence of the alteration of morphology in craniofacial structure, this relationship offer help in the diagnosis of craniofacial changes.

Keywords: Cone Beam Computed Tomography (CBCT) – Computed Tomography (CT) – Cephalograms – Cephalometry – Orthodontic – Craniofacial – Asymmetry – Three-dimensional (3D)

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1 - Reconstrução 3D em norma sagital direita, mostrando a ausência do PAE em indivíduo portador de Síndrome de Treacher Collins..... 19
- Figura 4.1 - Tela demonstrando as janelas transversal, sagital e coronal, iniciais após a aquisição 60
- Figura 4.2 - Janelas para ajustes de orientação inicial 60
- Figura 4.3 - Reconstrução 3D em norma transversal, demonstrando a marcação dos pontos Ba e Op 61
- Figura 4.4 - Reconstrução 3D com filtro (*Gray scale*), em norma coronal, com recorte na altura da Crista Etmoidal..... 62
- Figura 4.5 - Reconstrução 3D, em norma coronal, demonstrando o recorte seguindo a orientação do plano sagital mediano, pelos pontos Ba, Op e CE 62
- Figura 4.6 - Reconstrução 3D com recorte sagital mediano e vista interna, demonstrando a marcação do ponto TS..... 63
- Figura 4.7 - Corte tomográfico sagital mediano em norma sagital, demonstrando a marcação do ponto S..... 64
- Figura 4.8 - Reconstrução 3D, norma coronal, demonstrando a marcação do ponto N 65
- Figura 4.9 - Reconstrução 3D, em vista ínfero-superior, com inclinação evidenciando a protuberância mentual, facilitando a marcação do ponto Pg, também nesta vista marcamos o ponto Gn 65

- Figura 4.10 - Corte tomográfico sagital, no plano sagital mediano, demonstrando a
marcação do eixo Y e do eixo TS-Gn66
- Figura 4.11 - Norma sagital, mostrando todos os pontos e linhas marcados e grade
quadriculada sobreposta.....66

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 5.1 - Gráfico de dispersão entre a inclinação do eixo Y e a inclinação da Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio..... 78
- Gráfico 5.2 - Box-Plot da Inclinação da linha Orbitomeática (Horizontal de Frankfurt) com relação a linha Básio-Opístio por mensuração..... 80
- Gráfico 5.3 - Histograma da Inclinação da linha Orbitomeática (Horizontal de Frankfurt) com relação a linha Básio-Opístio por mensuração 80

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Distribuição dos crânios segundo gênero e grupo étnico	70
Tabela 5.2 - Medidas-resumo das idades dos crânios.....	71
Tabela 5.3 - Medidas-resumo das coordenadas segundo pontos anatômicos e correlação de Pearson entre as coordenadas na 1 ^a . e 2 ^a . mensuração. .	72
Tabela 5.4 - Medidas-resumo das diferenças das 1 ^a . e 2 ^a . mensurações das coordenadas, segundo pontos anatômicos	73
Tabela 5.5 - Distribuição das diferenças das 1 ^a . e 2 ^a . mensurações das coordenadas por faixas, segundo posições.....	74
Tabela 5.6 - Correlação intraclasse entre a 1 ^a . e 2 ^a . mensuração por coordenada, segundo os pontos anatômicos	74
Tabela 5.7 - Medidas-resumo da diferença entre as variações entre as 2 mensurações de S e TS e teste t de Student	75
Tabela 5.8 - Medidas-resumo das inclinações do Eixo Facial (S-GN) e Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio (TS-Pg) da 1 ^a e 2 ^a . mensuração	76
Tabela 5.9 - Correlação intraclasse entre a 1 ^a . e 2 ^a . mensuração das inclinações do Eixo Y (S-GN) e Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio (TS-Pg)	76
Tabela 5.10 - Correlação de Pearson entre a 1 ^a . e 2 ^a . mensuração das inclinações - do Eixo Y (S-GN) e Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio (TS-Pg)	76
Tabela 5.11 - Estimativas do modelo de regressão linear – 1 ^a . Mensuração.....	78

Tabela 5.12	Medidas-resumo da Inclinação da linha Orbitomeática (Horizontal de Frankfurt) com relação a linha Básio-Opístio por mensuração.....	79
-------------	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
Ag	Antegônio
ATM	Articulação Temporomandibular
BA	Básio
CE	Crista Etmoidal
Cg	Crista Galli
CI	Processo Clinóide Anterior
Co	Condílio
Dens	Processo Odontóide
ENA	Espinha Nasal Anterior
ENP	Espinha Nasal Posterior
Gn	Gnátio
GO	Gônio
HF	Plano Horizontal de Frankfurt
I	Ínio
Kv	kilovoltagem
Mas	miliamperagem por segundo
Me	Mento
MPR	Multiplanares
MSTC	Tomografia Computadorizada Multi Slice
N	Násio
Op	Opísitio
Or	Orbitário

OSA	Síndrome Obstrutiva do Sono
Ov	Forame Oval
OV	Orientação Vestibular

SUMÁRIO

	p.
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DA LITERATURA	20
3 PROPOSIÇÃO	56
4 MATERIAL E MÉTODOS	57
4.1 Material	57
4.1.1 Seleção da amostra	57
4.2 Método	58
4.2.1 Exame	58
4.2.1.1 <i>Aquisição das Imagens</i>	58
4.2.2 Manipulação das Imagens	59
4.2.2.1 <i>Preparo das Imagens no Cefalostato Virtual</i>	59
4.3 Metodologia estatística	67
5 RESULTADOS	69
6 DISCUSSÃO	81
7 CONCLUSÕES	96
REFERÊNCIAS	97
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	103
ANEXOS	104

1 INTRODUÇÃO

A cefalometria é utilizada desde Broadbent em 1931 como ferramenta de mensuração de grandezas para auxílio diagnóstico em tratamentos ortodôntico-ortopédicos e ortognáticos.

Ricketts, nos anos 60, já propunha os “4 C” da cefalometria: Caracterização, Comparação, Classificação e Comunicação.

Langlade (1993), afirma que a cefalometria exige: conhecimento anatômico; compreensão das imagens, e aqui eu ressalto a importância do conhecimento das técnicas de imagens; traçado sistemático; análise e interpretação; avaliação dos resultados; e educação continuada. E propõe um estudo cefalométrico tridimensional com radiografias com incidências lateral, frontal e basal.

Para marcar pontos anatômicos em tomografia computadorizada (TC), é importante ser feito o posicionamento do crânio de uma forma padronizada, da mesma forma quando fazemos radiografias cefalométricas com a cabeça posicionada através de um cefalostato. Isto possibilita a reprodutibilidade do posicionamento do crânio e permite assim, comparações durante os processos de crescimento, tratamento e/ou pós-operatório. Este estudo propõe o posicionamento dos crânios através de um sistema de coordenadas cartesianas sendo o centro no ponto Básio (Ba), passando pelos pontos Opístio (Op) no plano transversal, passando por Crista Etmoidal (CE) no plano vertical e perpendicular a esses dois planos no plano lateral, e a este posicionamento chamaremos de Cefalostato Virtual.

A marcação de pontos anatômicos em reconstruções tridimensionais (3D), em tomografia computadorizada (TC), é de fácil execução e passível de reprodução.

O ponto Sela é utilizado em muitas análises cefalométricas. A localização ponto Tubérculo da Sela (TS) é mais precisa do que o ponto Sela (S) em tomografia computadorizada devido o ponto TS estar localizado sobre uma estrutura óssea e o ponto S ser um ponto virtual.

O Eixo Y de crescimento de Downs é a linha entre os pontos Sela e o Gnátio em norma sagital, é muito utilizado na verificação cefalométrica do sentido avaliar a tendência do sentido de crescimento da face. A linha entre os pontos Tubérculo da Sela (TS) e Pogônio (Pg) poderia substituir o Eixo Y (S-Gn) mantendo uma inclinação semelhante quando comparado ao plano axial, no sistema de coordenadas proposto pelo cefalostato virtual, podendo ser utilizado como referência de avaliação de crescimento facial e utilizando as bases de dados de imagens bidimensionais de cefalometria lateral convencional.

Como plano de orientação, depois de 1884, o plano Horizontal de Frankfurt tornou-se o mais empregado no posicionamento da cabeça no momento da obtenção do exame, seja radiográfico, seja macroscópico ou por fotografia em odontologia, a despeito das dificuldades clínicas de localizar com exatidão o ponto Suborbitário (Orbitário). Em análises cefalométricas seu uso também é consagrado nos mais variados métodos de mensuração. Quando nos deparamos com assimetrias faciais, muitas vezes a linha orbitomeática é de difícil localização pois as estruturas de referência envolvidas (Órbita e Poro Acústico Externo) podem não ser simétricas ou mesmo podem não estar presentes como é o caso da ausência do Poro Acústico Externo (MAE) na Síndrome de Treacher-Collins (Figura 1.1). Este estudo propõe uma avaliação da inclinação da linha orbitomeática com relação à linha Básio-Opístio (Ba-Op) para que naqueles casos de assimetria em que não se possa utilizar a linha orbitomeática, diretamente, possamos fazer uma inferência dos

valores dessa linha com a linha Básio-Opístio, na avaliação pré-cirúrgica, por exemplo.

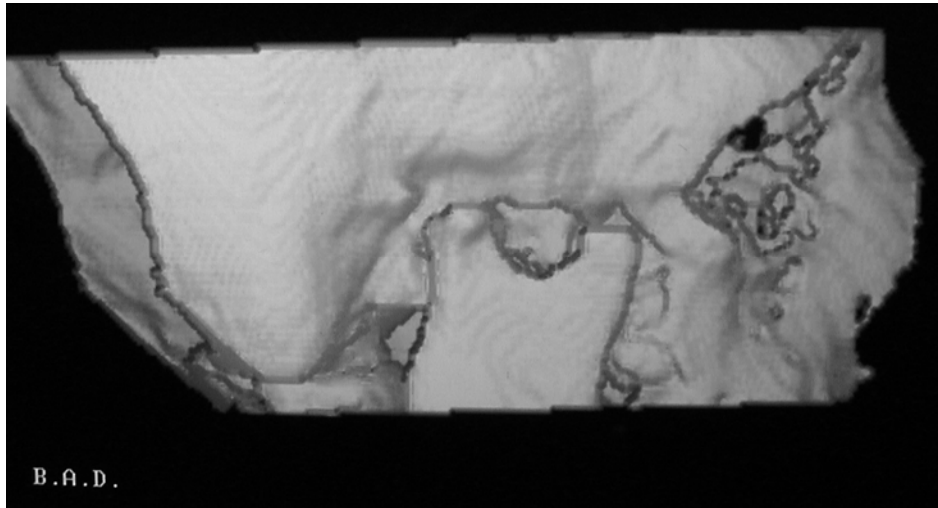


Figura 1.1 - Reconstrução 3D em norma sagital direita, mostrando a ausência do MAE em indivíduo portador de Síndrome de Treacher Collins

Diante do exposto seria interessante propor-se o uso do Cefalostato Virtual na orientação de Crânios em Tomografia Computadorizada e avaliar a reprodutibilidade intra observador do posicionamento dos pontos: Básio (Ba), Opístio (Op), Crista Etmoidal (CE), Sela (S), Tubérculo da Sela (TS), Násio (N), Pogônio (Pg) e Gnátio (Gn) após o posicionamento no cefalostato virtual.

Além disso, verificar se existe associação entre a linha entre os pontos Tubérculo da Sela (TS) e Pogônio (Pg) e o Eixo Y (S-Gn) e em caso de existência estabelecer a relação entre esses dois eixos.

A avaliação do comportamento da inclinação da linha orbitomeática (Horizontal de Frankfurt) com relação a linha Básio-Opístio poderá ser um método auxiliar no diagnóstico das alterações craniofaciais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Singh, McNamara e Lazanoff (1997) avaliaram se a forma da base craniana difere no período pré-puberal em indivíduos com Classe I e Classe III de Angle. Utilizaram o ponto Tubérculo da Sela (TS) para determinar de maneira gráfica a base craniana. Cefalogramas laterais de 73 crianças, com idade entre cinco e 11 anos, com oclusão Classe III foram comparados com os indivíduos Classe I. Os resultados indicaram que a morfologia da base craniana diferiu estatisticamente para todas as faixas de idades. A análise gráfica mostrou que as maiores alterações na morfologia ocorreram na região da base craniana posterior.

Citardi et al. (2001) compararam a acurácia de medidas derivadas de TC (GE - Advantage scanner, GE Medical Systems, Fairfield) com medidas obtidas com paquímetro na avaliação da base craniana e das estruturas craniomaxilofaciais em cinco crânios adultos. Cada conjunto de dados das imagens foi analisado de maneira sistemática, que incluiu identificação de pontos anatômicos específicos e cálculo das dimensões. Os pontos anatômicos correspondentes também foram identificados em cada crânio seco, e as correspondentes medidas foram concluídas nos crânios com paquímetro (Genebra Gage, Albany, NY). Diferenças de medidas entre TC e paquímetro foram insignificantes. Existiu uma alta correlação entre medidas da TC e do paquímetro, apesar da dificuldade da padronização de pontos nas imagens 3D. Dados obtidos de TC fornecem uma acurada medição das estruturas craniomaxilofaciais e da base do crânio. Análises através da TC oferecem vantagens sobre as análises cefalométricas tradicionais e sobre a dissecação

anatômica. Esta abordagem oferece adicionais informações anatômicas.

Fuhrmann (2002) integrou cefalometria 3D e modelo cirúrgico 3D com estereolitografia, construídos combinando diagnóstico ortodôntico/cirúrgico e planejamento de tratamento. Após Tomografia Computadorizada (Siemens Somatom plus CT scanner) (Siemens Inc., Erlangen, Germany) e reconstrução 3D, mensurações foram utilizadas para avaliar quantitativamente assimetrias esqueléticas. O modelo cirúrgico 3D representa um novo nível de tratamento na predição individual da morfologia. O planejamento ortodôntico e o modelo cirúrgico 3D permitem uma verificação da viabilidade da mobilização e o posicionamento mais adequado dos segmentos ósseos. A integração de cefalometria 3D e modelo cirúrgico 3D em pacientes com graves deformidades assimétricas dentomaxilofaciais, permitiu uma maior precisão do diagnóstico e planejamento do tratamento.

Aboudara et al. (2003) compararam os achados sobre o espaço aéreo na região da nasofaringe em radiografias cefalométricas laterais (Orthopantomograph OP100 - Instrumentarium Imaging, Tuusala, Finland) e TCFC (NewTom 9000 QR-DVT, Verona, Italy) em 11 adolescentes. Foi estabelecida uma magnificação 9,8% na linha média para os cefalogramas laterais. As comparações das medidas se concentraram na região da nasofaringe, isto é, na parte superior ao palato duro. As regiões de observação foram determinadas por um plano passando por Espinha Nasal Posterior (ENP), um plano perpendicular a ela passando através da ENP até a parte mais alta da fissura pterigomaxilar e a parede posterior da faringe. A proporção entre volume e área aéreas, intra indivíduos, mostrou moderada variabilidade. O volume mostrou mais variabilidade do que a área do espaço aéreo. Pode haver

informação das vias aéreas que não seja representada com precisão na radiografia lateral. Mais análises com uma quantidade maior de amostras são necessárias.

Baumrind et al. (2003) discutiram as vantagens e limitações de aplicação das TCFC em Odontologia e sua integração com mapeamento digital de modelos de estudo, fundindo longitudinalmente a partir de informações 3D existentes obtidos de modelos de estudo e cefalogramas laterais bidimensionais em estudos ortodônticos. A técnica consiste em concatenar informações físicas, através de programa computadorizado da CRIL (Craniofacial Research Instrumentation Laboratory – Univ. of the Pacific School of Dentistry, San Francisco, CA, USA) de três tipos: 1. dados sobre a configuração dos dentes no complexo maxilomandibular; 2. dados sobre a estrutura óssea do crânio e as estruturas ósseas que suportam os dentes, e 3. os dados sobre a conformação de superfície dos tecidos moles que cobrem a dentição e a face. Essa técnica permite pós-processamento, produzir modelos virtuais digitais sobrepostos aos exames de imagem. O modelo digital tem várias vantagens sobre os modelos de gesso, entre as quais estão: a facilidade de armazenamento, a facilidade de transmissão de dados em distância, e maior facilidade de medição. Mas a sua grande vantagem é que podem ser relativamente eficientes quando re-integrados com cefalogramas 2D ou 3D, quer a partir de informações de imagens convencionais ou volumétricas. Em um futuro próximo essas informações estarão incorporadas nos estudos para movimentação dental em tratamentos ortodônticos.

Hayashi (2003) investigou o relacionamento entre a base craniana, incluindo a fossa glenóide e a morfologia maxilofacial, obtidos através de TC 3D em 45 crânios secos contemporâneos de japoneses. Utilizou um sistema de coordenadas onde o eixo X (ântero-posterior) foi definido como uma linha paralela ao plano HF, passando pelo ponto S. A área anterior ao ponto S foi definida como (+), e a área

posterior ao ponto S foi definida como (-). O eixo Y (infero-superior) foi definido como uma linha perpendicular ao eixo X, passando pelo ponto S, e a área superior do ponto S foi definida como (+), e a área da zona inferior ao ponto de S como (-). O eixo Z (latero-lateral) foi definido como uma linha perpendicular aos eixos X e Y, passando pelo ponto S, e do lado direito do ponto S foi definida como (+), e do lado esquerdo do ponto de S como (-). Uma série de pontos anatômicos e distâncias lineares foram obtidos por duas vezes e foram calculados com relação a esse sistema de coordenadas. Concluíram que, embora a morfologia da base do crânio tenha um efeito sobre a posição da maxila e da mandíbula, a morfologia da mandíbula influencia a oclusão. Por esta razão, a relação entre a má oclusão e base a do crânio é complexa, e a discrepância esquelética poderia ocorrer em qualquer tipo de base craniana. Portanto, a posição e a morfologia da mandíbula devem ser consideradas ao se avaliar discrepâncias esqueléticas.

Ludlow, Davies-Ludlow e Brooks (2003) avaliaram absorção de dose de radiação em métodos de TCFC e compararam com exames panorâmicos digitais diretos. Através de dosímetros por termoluminescência foram colocados em 20 locais da cabeça e pescoço de um fantom (RANDO - radiation analog dosimetry system; Nuclear Associates, Hicksville, NY). Exames com TCFC em três diferentes técnicas: uma combinada maxila e mandíbula (Max / Man), um escaneamento só de maxila e outro só de mandíbula. Dez exposições para cada técnica foram utilizadas para garantir uma confiança das medidas. As médias de cada dose absorvida tecidual, dose equivalente ponderada e dose efetiva, foram calculadas para cada grande localização anatômica. Do ponto de vista de risco da radiação, TCFC parece ter de três a sete vezes o risco de um exame panorâmico, dependendo da área analisada, do grau de colimação e da versão do *software* de aquisição.

Maki et al. (2003) introduziram a simulação biomecânica e o modelo matemático da remodelação óssea com imagens 3D para planejamento em cirurgia ortognática. Concluem que num futuro próximo, a simulação computacional proporcionará diversas vantagens para tratamento ortodôntico e para a investigação clínica. Para alcançar uma abordagem mais científica em ortodontia, as seguintes estratégias são requeridas: unificação do formato dos dados; diminuição com as despesas com o desenvolvimento de *software*; abrangência na aplicação da tecnologia e do conhecimento e colaboração de diferentes campos de estudos.

Hatcher e Aboudara (2004) discutiram alguns aspectos técnicos dos TCFC (NewTom QR 9000 s.r.l., Verona, Italy) e seu uso em ortodontia. Imagens 3D podem fornecer valiosas informações sobre a posição das raízes dos incisivos superiores com relação às tábuas ósseas no planejamento dos movimentos de retração, sobre a quantidade óssea na região posterior da maxila nos movimentos de distalização, sobre a quantidade óssea lateral nos segmentos bucais da maxila nos movimentos de expansão maxilar, seja dental ou esquelética, sobre a morfologia da região do espaço aéreo, e também sobre a proximidade das raízes dentais superiores e o assoalho do seio maxilar. Permite também observar defeitos ósseos, dentes supranumerários e fendas palatinas. A região da ATM pode ser avaliada quanto à morfologia e integridade das corticais. Ferramentas de programas de computador permitem ainda uma precisão e reproduzível marcação de pontos anatômicos, propiciando mensurações também precisas das estruturas maxilofaciais, permitem também a segmentação das estruturas de interesse. Concluindo, imagens assistidas por computador permitem ao profissional de odontologia visualizar e estudar a anatomia craniofacial de maneira precisa, o que pode ser muito útil no diagnóstico ortodôntico e no planejamento do tratamento.

Lascalea, Panella e Marques (2004) compararam a acurácia de medidas lineares diretas com medidas obtidas com TCFC (NewTom – 9000, QR-DVT, Verona, Italy) em oito crânios secos. Bolinhas metálicas de 2mm de diâmetro foram fixadas com godiva em 19 pontos anatômicos, com os cortes transversais com 2mm de espessura e foram realizadas reconstruções sagitais e coronais. Medidas reais foram sempre maiores que as medidas das tomografias. Entretanto, essas diferenças só foram estatisticamente significantes em medidas tomadas na parte interna da base do crânio. Na região facial essas medidas foram similares às medidas reais. Embora as medidas das imagens de TCFC sejam super estimadas frente as medidas reais, medidas lineares são confiáveis principalmente as mais próximas das estruturas maxilares.

Halazonetis (2005) faz uma reflexão sobre o uso da TCFC em análises cefalométricas, argumentando que esses equipamentos podem ser usados desde avaliações em malformações congênitas até na localização de dentes impactados. Os avanços em processadores e placas gráficas dos computadores tem tornado possível a manipulação de volumes em computadores pessoais e podemos enxergar nossos pacientes não só em cortes tomográficos mas também tridimensionalmente. Afirma que nós não precisamos abandonar a cefalometria convencional com o surgimento da cefalometria 3D, podemos sintetizar cefalogramas bidimensional através de imagens 3D. Novos pontos anatômicos deverão ser apontados para a confecção de novas análises. Os avanços em *hardware* e *software* interativo permitem agora a visualização de dados em computadores pessoais, com a capacidade de visualizar seletivamente os tecidos moles ou duros a partir de qualquer ângulo com o uso de ferramentas para aplicar transparência e cor. A aplicação de dados 3D está prevista para aumentar de forma

significativa em breve e poderão vir a substituir muitos registros ortodônticos convencionais que estão em uso hoje.

Hilgers et al. (2005) desenvolveram projeções com reconstruções MPR (multiplanares) com TCFC, para demonstrar a morfologia da ATM e comparar a confiabilidade e precisão das medidas obtidas a partir destas imagens, com cefalogramas convencionais obtidos com placas de fósforo, em três planos anatômicos (lateral, frontal e transversal). Foram utilizadas imagens de TCFC (iCAT - Xoran Techn., Ann Arbor, Mich/Imaging Sciences International, Hatfield, Pa) e três modalidades de radiografia cefalométrica (lateral, pósterio-anterior e submentovertex) com placa de fósforo, em 25 crânios secos. Todas as medições com TCFC foram precisas, entretanto, no cefalograma lateral (CL), três de cinco medições, no cefalograma frontal (CF), quatro de cinco medições, e no cefalograma submentovertex (CSMV), quatro de seis medições variaram significativamente da medida real. Medições TCFC foram altamente confiáveis, em comparação com a mensuração anatômica real e significativamente mais confiável do que as medições feitas a partir de imagens com CL, CF, e CSMV. TCFC com iCAT ilustra, tridimensionalmente, com precisão o complexo da ATM. As medições foram reproduzíveis e significativamente mais precisas do que aquelas feitas com cefalogramas convencionais em todos os três planos ortogonais.

Katsumata et al. (2005) desenvolveram um sistema de pontos em coordenadas tridimensionais com TC (X-Vision - Toshiba - Tokyo – Japan) para avaliar e diagnosticar assimetrias faciais. Da mesma forma que Maeda et al. (2006) descreve, os autores determinaram três planos de orientação e marcaram pontos anatômicos e verificaram a acurácia e reprodutibilidade. Concluíram que é possível determinar um diagnóstico e um sistema de avaliação através de imagens 3D com

TC em assimetrias. Em um futuro próximo as reconstruções 3D com TC irão substituir os exames radiográficos. Entretanto é necessário lembrar-se das doses de radiação empregadas para tais exames e tentar a redução delas.

Kau et al. (2005) discutiram a introdução da tecnologia da TCFC e exploram questões referentes ao seu uso clínico em ortodontia e as configurações para o exame. A TCFC já é utilizada em planejamento para implantes dentários e pode ser explorada em Ortodontia para a avaliação clínica da qualidade de enxerto ósseo alveolar, após cirurgia, em pacientes com fissura de lábio e palato. Pode ajudar no processo de tomada de decisão de movimentação ortodôntica de dentes em regiões de extrações dentárias. O futuro da imagem em Ortodontia parece abranger novas fronteiras e concluem que o Ortodontista tem agora a qualidade do diagnóstico das periapicais, panorâmicas, cefalogramas, radiografias oclusais, e séries da ATM à sua disposição, em só um exame. Além disso, a técnica permite separar cefalogramas para os lados direito e esquerdo e permite observar dentes impactados e anormalidades orais com maior precisão; o espaço aéreo também pode ser avaliado de maneira mais completa; e, por fim, a avaliação morfológica da ATM poderá ser feita em conjunto com outras avaliações.

Lagravere e Major (2005) propuseram o uso do ponto ELSA em um sistema de referência tridimensional em análise cefalométrica utilizando TCFC. O ponto ELSA foi registrado três vezes na forma de coordenadas (X, Y e Z) que foram convertidas em um só valor para ser comparado estatisticamente à confiabilidade intra examinador. O ponto ELSA, como ponto de referência zero ($X = 0$, $y = 0$ e $z = 0$), foi usado porque a localização dos forames espinhosos demonstrou ter pouco erro, tanto na identificação nos planos verticais como nos horizontais. Este ponto anatômico foi escolhido porque é um pequeno círculo, quando visto

transversalmente, e é fácil de localizar utilizando o côndilo e a fossa glenóide como guias. Este ponto também foi escolhido porque a literatura tem demonstrado que a maior parte da base do crânio tem crescimento ($> 85\%$) em criança nos cinco primeiros anos, com apenas pequenas variações após essa idade. Imagem tridimensional é um novo tipo de exame auxiliar aplicadas recentemente em Ortodontia e nenhum outro método validado de descrever mudança cefalométrica existe. A criação de um instrumento confiável e preciso para analisar as imagens produzidas por esta nova tecnologia dará aos Odontólogos novas possibilidades para determinar as alterações produzidas por diversos tratamentos. O ponto ELSA tem alta reprodutibilidade e é adequado como ponto de referência para cefalometria 3D.

Nakajima et al. (2005) demonstraram a efetividade de imagens geradas por TC 3DX (Micro CT 3DX Morita Corp) para diagnóstico Ortodôntico e plano de tratamento. O equipamento se mostrou eficaz na demonstração da relação do dente impactado com os dentes adjacentes e com as outras estruturas. Também se mostrou efetivo na avaliação das articulações temporomandibulares. O 3DX produz imagens que melhoram a habilidade para diagnóstico e planejamento de tratamento de dentes impactados. Uma precisa localização nos três planos do espaço é possível. A resolução das imagens é alta o suficiente para avaliação das condições ósseas da cabeça da mandíbula.

Papadopoulos et al. (2005) realizaram mensurações 3D em cinco crânios de fetos de carneiros com o uso de TC (Siemens Somatom AR Star - Siemens Inc., Erlangen, Germany) e compararam medidas diretas. Análise cefalométrica 3D foi realizada por medidas diretas nos crânios secos, bem como sobre as imagens reconstruídas 3D. 20 pontos anatômicos idênticos foram utilizados para ambos os

métodos e 56 medidas lineares foram realizadas. Para comparar a precisão das medidas cefalométricas diretas e pelo método 3D com TC, mini marcadores metálicos foram posicionadas e fixadas com cola, antes do escaneamento tomográfico. Os pontos anatômicos nessas reconstruções 3D foram medidos como coordenadas (coronal: eixo x, sagital: eixo y, transversal: eixo z) e, com a ajuda de uma equação de raiz quadrada. A distância entre dois pontos anatômicos, por exemplo, A (X_a, Y_a, Z_a) e B (X_b, Y_b, Z_b), pode ser calculada pela equação: $\text{Distância A - B} = \sqrt{(X_a - X_b)^2 + (Y_a - Y_b)^2 + (Z_a - Z_b)^2}$. A comparação entre a cefalometria direta e da TC 3D em medições lineares revelou que apenas cinco das 56 variáveis apresentaram diferenças significativas na reconstrução 3D. Observou-se que quase todas as medições diretas apresentaram um valor menor do que o correspondente TC 3D. A medida direta mostrou erro em sete das 56 distâncias lineares entre as primeiras e as repetições de medidas, com diferenças significativas. A mesma comparação para a análise da TC 3D revelou que nenhuma das 56 medidas lineares diferiu significativamente. A análise cefalométrica em imagens reconstruídas 3D com TC de crânios de fetos de carneiros, apresentou menor erro na identificação de pontos anatômicos e parece ser um método confiável, que pode ser considerado como equivalente aos métodos de cefalometria convencionais.

Cevidanes, Styner e Proffit (2006) descreveram um método de sobreposição de imagens obtidas com TCFC com equipamento NewTom 3G (Aperio Services, Sarasota, Fla), de maneira automatizada. O método não depende de pontos anatômicos ou planos, mas sim, compara voxel a voxel, a estrutura da base craniana de cada aquisição, evitando assim erro-dependência do observador, que pode ocorrer quando há uso de técnicas baseadas na sobreposição de pontos

anatômicos. A visualização da sobreposição do modelo 3D e medidas de distâncias de superfície podem ser utilizadas para identificar os resultados do tratamento e da estabilidade após tratamento.

Farman e Scarfe (2006) demonstraram três métodos para conseguir mimetizar cefalogramas bidimensionais através de reconstruções tridimensionais obtidas com TCFC (i-Cat Imaging Sciences, Hatfield, Pa). As reconstruções se deram através da aquisição inicial (Scout) em norma lateral, através das imagens base, nas normas lateral e frontal e também através da somatória da projeção 3D (ray-sum). Lembraram que as comparações devem considerar as magnificações que ocorrem nos métodos tradicionais, e que isto deve ser compensado quando da comparação de métodos. Os autores justificam que a simulação de cefalogramas bidimensionais poderia facilitar a transferência das projeções de crescimento de um conjunto de dados existentes para utilização em um novo paradigma 3D. Ressaltam que são necessárias algumas precauções para garantir que os critérios de seleção e que os parâmetros de imagens ofereçam a menor dose de radiação. O chamado princípio de ALARA (as low as reasonably achievable) deverá ser seguido, onde devemos usar uma dose de radiação tão baixa quanto exequível.

Hwang et al. (2006) descreveram o uso de imagens 3D no diagnóstico de assimetrias faciais. Com o uso de TC (Light Speed QX/I, GE Medical Systems Milwaukee, Wis) e de programa computadorizado V-works 4.0 (CyberMed, Seoul, Korea), relataram caso clínico de um homem com 23 anos que apresentava classe III esquelética de Angle, com desvio do mento. Construíram três planos de referência: plano sagital mediano, a partir de três pontos anatômicos, que são Opístio (Op), Crista Galli (Cg) e Espinha Nasal Anterior (ENA), o plano Horizontal de Frankfurt a partir do Pório direito e esquerdo (Po) e Orbitário de um dos lados e o plano

mandibular, a partir do Antegônio direito e esquerdo (Ag) e o Mento (Me). Utilizando esse sistema de referências, medidas foram realizadas para o lado direito e para o lado esquerdo e foi contabilizada a diferença entre os lados. A análise de imagens 3D produziu um diagnóstico exato e representa uma ferramenta prática para uso em casos de assimetria facial. No entanto, imagens 3D ainda tem limitações, devido ao elevado custo, o uso rotineiro pode não ser possível. Além disso, ao contrário da cefalometria pósterio-anterior (PA), um escaneamento com TC não inclui dispositivo de posicionamento da cabeça, o que é útil na determinação de planos de referência. Concluem que ambas as modalidades de imagens, 2D e 3D, são úteis para compreender melhor a estrutura assimétrica. Embora a maioria dos pacientes com assimetria facial seja bem diagnosticada através da utilização de radiografias cefalométricas, algumas vezes há necessidade de análise 3D para se obter informações mais precisas. Ao observar e medir com precisão os fatores que contribuem para o desvio do mento, a análise 3D permitiu compreender sua causa. Além disso, este tipo de análise de imagens pode ser uma ferramenta valiosa para determinar um apropriado planejamento cirúrgico personalizado para cada paciente e uma previsão mais precisa dos resultados pós-operatórios.

King et al. (2006) investigaram se existe relação entre a profundidade óssea vertical do palato duro na região paramediana, em indivíduos com diferentes idades, gênero e morfologia palatal. Com imagens obtidas em um TCFC (NewTom – 9000, Verona, Italy) os autores determinaram o plano mediano sagital através dos pontos no Forame Incisivo e Processo Odontóide do osso Axis e realizaram mensuração em nove locais diferentes paramedianos no Palato, possíveis de receberem implantes para ancoragem ortodôntica. Os autores concluíram que a idade e a morfologia palatal não são válidos preditores de altura óssea na região paramediana palatal.

Devido à grande variabilidade na espessura do osso nesta região, a imagem por tomografia computadorizada permanece válida antes da colocação do implante paramediano em indivíduos em crescimento. O palato paramediano apresenta uma região promissora para a colocação de implantes palatais quando a sutura palatina mediana deve ser evitada.

Kwon et al. (2006) avaliaram as características morfológicas da base do crânio e das estruturas maxilomandibulares em pacientes adultos com assimetria facial, de modo a determinar se a assimetria da mandíbula é um resultado primário da deformidade mandibular ou se é influenciada por deformidade da base craniana. Através de TC (Spiral Highspeed CT GE Co., USA) e do programa de computador V-Works e V-Surgery (CyberMed, Seoul) os autores avaliaram 42 indivíduos assimétricos e não assimétricos. Para estabelecer um padrão de orientação da estrutura craniofacial, planos de referência (horizontal, sagital e coronal) 3D foram construídos. O plano horizontal (plano xy) foi definido como um plano passando bilateralmente pelo Pório (Po) e Orbitário (Or) esquerdo. O plano sagital (plano yz) foi definido como um plano perpendicular ao plano horizontal que passa através da Crista Galli (Cr) e no meio do Processo Clinóide Anterior (Cl) e tornou-se a referência para a linha mediana facial. Finalmente, um plano perpendicular ao plano horizontal e ao plano sagital, incluindo o Opístio (Op) foi definido como o plano coronal (plano zx). Em imagem reconstruída em 3D, pontos anatômicos na superfície do crânio foram identificados e medidas foram realizadas na face e na estrutura endocraniana. Os erros de precisão intra observador foram 1,4 mm, 1,0 mm, 1,3 mm, para os pontos nas coordenadas x, y e z, respectivamente, enquanto 1,62° para as medições angulares e 1,7mm para as medições lineares. Não foi detectada diferença estatística entre as medidas originais e as repetidas. Os autores

puderam concluir que, apesar da assimetria facial ser acompanhada de assimetria da base do crânio em variados graus, os resultados mostraram que a gravidade da assimetria craniana não é o fator dominante que determina o grau de assimetria facial. Isto pode ser atribuído ao crescimento compensatório das estruturas mandibulofaciais após o estabelecimento da assimetria craniana em idades precoces.

Lagravere et al. (2006) propuseram alguns pontos anatômicos e a padronização de planos de orientação para imagens tridimensionais usando TCFC (NewTom QR-DVT 9000, Aperio, Verona, Italy) em um programa computadorizado Amira (AMIRA, Mercury Computer Systems, Berlin, Germany) para um estudo com dez adolescentes. Primeiramente, determinaram o ponto ELSA, ponto médio entre os dois forames espinhosos, que foi escolhido por ser facilmente localizado usando o côndilo e a fossa glenóide como guias em uma vista transversal. Além desse, foram localizados os pontos Poro Acústico Externo (PAE) direito e esquerdo e dorso médio do Forame Magno (DMFM). Para orientação do crânio foi usado um sistema de coordenadas e o plano axial-horizontal (x-y) foi determinado usando os pontos PAEd (Poro Acústico Externo direito) e PAEe (Poro Acústico Externo esquerdo) e o ponto ELSA sendo o ponto zero do sistema de coordenadas. O plano sagital-vertical (plano z) foi determinado perpendicular ao plano x-y passando por ELSA e DMFM. Porque todos os pontos estão localizados em estruturas que não são significativamente afetadas pelo crescimento após cinco anos de idade, estes planos são adequados para padronizar a orientação de imagens 3D e eliminando a possibilidade de resultados diferentes quando se utilizam outros pontos anatômicos ou estruturas que possam ser influenciados pelo crescimento ou pelo tratamento. Com esses planos, o efeito da posição da cabeça do paciente durante a aquisição

de imagem para análise seria eliminado. Concluíram os autores que os pontos MAEd, MAEe, DMFM e ELSA tem alta confiabilidade intra operador quando localizados em imagens 3D e que os planos x-y e z-y formam através desses respectivos pontos um adequado caminho para padronizar a orientação de imagens 3D.

Maeda et al. (2006) caracterizaram em estudo retrospectivo as características de simetria de 49 indivíduos com deformidades faciais, em comparação com indivíduos normais e sugerem um sistema de classificação para a assimetria facial baseados em uma avaliação 3D com TC Somatom Art (SiemensAG, Erlangen, Germany) e programa de computação Adobe Photoshop (Adobe Systems Inc., USA) e VoxBlast (VayTek, Inc., Fairfield, Iowa). Três planos de referência foram definidos para avaliar a simetria facial: os planos sagital mediano (X), coronal (Y) e axial (Z). O plano de referência sagital mediano (X) foi definido como o plano que contém os pontos Sela (S), Násio (N) e Dent (ponto mais superior do processo odontóide), o plano axial (Z) foi definido como o plano perpendicular ao plano X e que incluiu os pontos S e N, e o plano coronal (Y) foi definido como o plano perpendicular aos planos X e Z, que incluiu o ponto S. Para cada ponto da imagem em 3D, as coordenadas (dx, dy, dz) foram determinadas como as distâncias a partir do plano de referência. Para classificar os indivíduos utilizaram um cálculo no qual obtiveram três níveis classificatórios: Simétricos, Assimétricos, e Marcadamente Assimétricos. Concluíram que esta classificação 3D em TC para assimetria facial tem o potencial para substituir o método convencional de classificação utilizado em cefalogramas, porque permite uma avaliação mais detalhada. No entanto, devemos prestar atenção ao aumento da exposição à radiação para os indivíduos submetidos a tais exames. A redução da dose deve ser realizada com a suficiente preservação da

qualidade de imagem e que pode ser alcançado através da utilização dos recém disponíveis TCFC.

Park et al. (2006) propuseram uma nova análise da morfologia craniofacial em TC 3D. Imagens de 30 indivíduos (16 homens, idade média, 19,2 anos, 14 mulheres, com idade média, 20,5 anos) foram reconstruídos em modelos 3D usando Vworks 4.0 (Cybermed, Seul, Coréia). Os modelos 3D foram medidos com Vsurgery (Cybermed). O zigoma, maxila, mandíbula, e convexidade facial foram analisados. Foi criado um plano de referência horizontal paralelo ao plano Horizontal de Frankfurt (HF) passando por Násio (N). Um plano sagital mediano perpendicular ao plano horizontal passando também por N e pelo sulco pré-quiasmático (P – ponto médio vertical e transversal no sulco pré-quiasmático) e um plano coronal, perpendicular ao plano sagital mediano e ao horizontal passando pelo ponto N. O plano maxilar foi determinado pelos pontos Maxila direito (Mxd – ponto localizado na crista zigomático-alveolar), Maxila esquerda (Mxe – maior concavidade no contorno da maxila próximo aos molares) e Espinha Nasal Anterior (ENA); o plano maxilar mediano foi perpendicular ao plano maxilar passando por ENA e Espinha Nasal Posterior (ENP); o plano mandibular foi criado passando por ambos os pontos Gônio direito e esquerdo (God e Goe) e pelo ponto Mento (Me – ponto mais inferior da sínfise da mandíbula); e o plano mandibular mediano é perpendicular ao plano mandibular passando pelo ponto Me e pela metade da distância entre os pontos God e Goe. Os pontos Ramo Anterior (R – ponto mais profundo na borda anterior do Ramo da Mandíbula), Condílio Posterior (CP – ponto mais superior e posterior do côndilo) e Gônio 1 (ponto mais posterior do bordo posterior do ramo), para o lado esquerdo e para o lado direito. A Convexidade Facial foi medida pelas distâncias do plano coronal ao ponto Bucal (Bc – ponto mais externo da superfície de cada arco

zigomático onde o arco inicia sua descida), do plano coronal ao ponto A, ao ponto B e ao ponto Pogônio (Pg). As medições foram comparadas com médias de indivíduos coreanos normais (sem assimetria), e não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. A identificação dos pontos anatômicos foi reprodutível. Concluindo, os autores, afirmam que a Tomografia Computadorizada tridimensional pode fornecer informações para uso em diagnóstico e planejamento de tratamento. Existem algumas limitações quando se utiliza TC 3D como um instrumento de diagnóstico. Foram vistos erros relativamente grandes na posição vertical (coordenada z) em comparação com a ântero-posterior (coordenada y) e com a transversal (coordenada x). No entanto, estes erros podem ser diminuídos se cortes finos forem utilizadas durante a reconstrução. O alto custo e a dose de radiação da TC convencional são as principais desvantagens, e estas podem ser melhoradas usando TCFC. A dose de TCFC pode ser tão baixa quanto 40 a 50 μSv , que é similar a uma série de radiografias dentárias convencionais. Além disso, em algumas deformidades craniofaciais, os pontos Or ou Po estão desviados e portanto não deveriam ser utilizados para a determinação de planos de referência como se tradicionalmente utiliza.

Scarfe, Farman e Sukovic (2006) afirmaram que existe pouca dúvida de que a tecnologia do feixe cônico se tornará uma ferramenta importante na especialidade de diagnóstico dental e maxilofacial durante a próxima década. Aplicações clínicas do TCFC estão rapidamente sendo aplicadas à prática odontológica. No entanto, embora TCFC permita que imagens sejam exibidas em uma variedade de formatos, a interpretação dos dados volumétricos estabelecidos, em especial quando se incluem grandes áreas, envolve mais do que a geração de representações 3D ou aplicação de protocolos clínicos específicos de imagens. A interpretação exige uma

compreensão das relações espaciais dos elementos ósseos anatômicos e patológicos e um conhecimento estendido das várias estruturas maxilofaciais. Há crescente preocupação entre radiologistas, com base em questões de qualidade e segurança do paciente, que a interpretação diagnóstica de um campo de visão estendido necessita. E concluem que as TCFC fornecem imagens com qualidade de resolução submilimétrica proporcionando alta qualidade de diagnóstico com varreduras extremamente rápidas em torno de dez a 70 segundos e que a dose de radiação é equivalente a quatro a 15 radiografias panorâmicas, dependendo do protocolo utilizado.

Swennen e Schutyser (2006) demonstraram as vantagens e desvantagens da cefalometria 3D utilizando TC multi slice (MS-TC) e a potencial cefalometria 3D com TCFC, utilizando o programa Maxilim (version 1.3.0, Medicim NV, Sint-Niklaas, Belgium). Encontraram erros intra observador de 0,88, 0,76, 0,84 mm respectivamente para os planos horizontal, vertical e transversal e erros inter observadores de 0,78, 0,86, 1,26 mm, para os planos horizontal, vertical e transversal. O coeficiente de correlação quadrada mostrou alta confiabilidade intra e inter observador. A cefalometria 3D com MSTC é uma ferramenta poderosa em medições craniofaciais com várias vantagens: (1) Fornece imagens volumétricas 3D reais com a representação dos tecidos duros e moles do crânio, (2) Fornece imagens em tamanho real (escala 1:1) e análise cefalométrica 3D em tempo real, (3) Nos cortes eliminamos sobreposição de estruturas anatômicas, (4) Tem alta precisão e confiabilidade, e (5) Fornece uma configuração de significado biológico da cefalométrica 3D em um sistema de referência para análises transversais e longitudinais das alterações craniofaciais. Embora a cefalometria 3D com TCMS é uma melhoria significativa em alternativa à cefalometria convencional, a aquisição

dos dados ainda tem algumas desvantagens: (1) o posicionamento horizontal do paciente durante o registro, cria uma falsa posição da máscara facial de tecidos moles, (2) há falta de uma detalhada oclusão devido a artefatos metálicos, (3) o acesso limitado à rotina de pacientes com desarranjos craniofaciais, por causa do custo elevado, e (4) maior exposição à radiação do que outros sistemas de aquisição de imagens com uso de raios-x. A aplicação de tecnologia TCFC permitiu o desenvolvimento de uma nova geração comercial de sistemas de imagens volumétricas dentofacial, tais como sistemas de aquisição NewTom (9000, 3G - QR srl, Verona, Itália) e de cefalometria 3D com TCFC, portanto, apresenta algumas vantagens interessantes para o futuro: (1) redução a exposição às radiações, (2) com o escaneamento vertical, consegue demonstrar a forma natural da máscara facial dos tecidos moles (ICAT, Mercuray CB), (3) redução na produção de artefatos em nível da oclusão, (4), aumento do acesso do paciente por causa da facilidade do uso destes equipamentos na rotina no exercício imaginologia odontológica, e (5) redução dos custos. As atuais limitações da cefalometria 3D com TCFC são o volume de escaneamento e dependência da limitação no campo de visão do equipamento. Os equipamentos NewTom 3G, ICAT, e CB Mercuray têm atualmente um volume de aquisição que é suficiente para a configuração anatômica da cefalométrie 3D pelo sistema de referência cartesiano e análises cefalométricas 3D de tecidos duros e moles que não envolvam as orelhas ou calvária completa. Este método é, portanto, uma ponte entre as cefalometrias convencionais e as mais modernas técnicas de imagens 3D craniofaciais e fornece alta qualidade, precisão e confiabilidade de dados quantitativos. Espera-se que a cefalometria 3D com TCFC em breve permita o acesso à rotina hospitalar em deformidades craniofaciais devido

à redução da exposição às radiações, acessibilidade e favorável análise custo-benefício.

Swennen, Schutyser e Hausamen (2006) editaram um atlas sobre cefalometria 3D, disponibilizando referências e princípios básicos para a cefalometria 3D com o uso de MSTC. Utilizaram um sistema de referência posicionando o crânio da seguinte maneira: a) na vista frontal, orientaram o plano mediano pareando as estruturas bilaterais (as órbitas, os processos frontais da maxila, as suturas frontozigomáticas); b) em uma vista lateral, no perfil esquerdo, determinaram o plano Horizontal de Frankfurt, e na presença de discrepância sugerem orientação pelo lado direito. Em malformações unilaterais congênitas ou adquiridas sugerem usar o lado não afetado e para alterações bilaterais sugerem o uso de outros pontos de referência; c) Usaram S-N - Plano da Base Anterior do Crânio, perpendicular ao plano sagital (cefalograma lateral), com isso criaram um sistema anatômico de coordenadas Cartesiano, horizontal - $x=6^\circ$, abaixo de S-N, com origem em S; vertical - $Y=$ perpendicular ao S-N com origem em S; e mediano - $Z=$ passando por S perpendicular aos outros dois planos. Após a definição dos planos de orientação passaram a marcar os pontos anatômicos, realizando mensurações dos pontos ao sistema de referência anteriormente definido. Também realizaram medidas diretas entre os pontos anatômicos e medidas angulares projetadas ortogonais nos planos de referência.

Ueki et al. (2006) correlacionaram a morfologia do masseter com a morfologia do ramo da mandíbula e a força de mordida de indivíduos com prognatismo mandibular através da TC (GE Medical Systems, Milwaukee, WI). Uma vista lateral da imagem 3D foi reconstruída por sobreposição. Um plano horizontal, 5 mm acima do forame mandibular, paralelo ao plano HF foi identificado, e a área do músculo

masseter e a área do ramo foram medidos. Além disso, o comprimento (a distância entre o ponto mais inferior do arco zigomático até o ponto Gônio) do músculo masseter foi medido utilizando uma ferramenta do programa de computador. Neste estudo com pacientes com prognatismo, a força de mordida foi significativamente correlacionada com a área do músculo masseter. A área do masseter também foi correlacionada com a área do ramo. A força de mordida foi também associada com a área transversal ipsilateral do músculo masseter em pacientes com prognatismo; porém, não existiu significante diferença entre a força de mordida e a área dos músculos masseteres entre os grupos simétricos e assimétricos.

Baek et al. (2007) investigaram quais fatores esquelético-dentais estão relacionados com o desvio do mento com relação à linha mediana facial, em 40 indivíduos pré-cirúrgicos com assimetria facial e com oclusão Classe III esquelética de Angle com o uso de TC (Sensation 10, Siemens, München, Germany). Orientaram o crânio pelos planos de HF (pontos: Pório esquerdo, Pório direito e Orbitário esquerdo), em norma lateral, o plano sagital mediano foi construído a partir do ponto Crista Galli (Cg) e do ponto médio entre o Processo Clinóide Anterior (Cl) e o plano coronal, foi construído a partir dos pontos mais anteriores dos Forames Ovais (Ov), perpendicular a HF. Após eleger pontos anatômicos variados realizaram mensurações com relação aos planos de referência e observaram que a assimetria facial nos indivíduos de Classe III de Angle esquelética, ocorre devido a um maior crescimento e uma inclinação do ramo da mandíbula e um excesso vertical maxilar no lado oposto. Portanto, essas variáveis devem ser consideradas quando do planejamento cirúrgico ortognático em indivíduos assimétricos.

Connor et al. (2007) avaliaram a precisão e a acurácia bi (2D) e tridimensional (3D) da marcação de 17 pontos anatômicos em crânios, imersos em água, que foram submetidos a TC com protocolo de ultra baixa dosagem (5 mAs, velocidade da mesa: 1.375/1.75; 10mA, velocidade da mesa: 1.375/1.75) comparando com TC com protocolo de alta dose como padrão. O plano sagital mediano foi determinado pelos pontos Básio (Ba), Crista Galli (CG) e Sela (S), e os planos transversal e coronal foram reformatados paralelo e perpendicular ao palato duro, respectivamente e perpendiculares ao sagital mediano. Cada ponto anatômico recebeu uma coordenada x, y e z. Então foi verificada a precisão intra e inter examinador. A acurácia 2D foi superior para os protocolos 10 mAs e o protocolo 10mAs/1.375 pitch permitiu a um observador alcançar uma acurácia de menos de 2mm para todos os pontos anatômicos. A precisão na inter variação para o protocolo 10mAs/1.375 pitch foi superior ao protocolo de baixa dose e também ao de alta dosagem que alcançou uma precisão menor do que 2mm para 15 dos 17 pontos. E concluíram que com esse protocolo (10mAs/1.375 pitch) foi possível alcançar uma precisão semelhante ao protocolo de alta dosagem e embora a dose efetiva estimada de radiação seja levemente maior que as séries de radiografias convencionais houve benefícios adicionais nos dados 3D.

Hueman et al. (2007) determinaram acurácia da localização do tubérculo geniano através da TCFC 3DX Accuitomo (J. Morita Inc, Tokyo, Japan), comparado com dissecação, em 27 cabeças humanas adultas. Os resultados mostraram não significativa diferença entre os dois métodos. O intervalo de confiança foi de 95% e portanto demonstraram que a TCFC é um método acurado na localização do tubérculo geniano. Este achado demonstra que esta técnica pode ser útil em planejamentos de cirurgia que necessite de osteotomia mandibular.

Kamiishi, Miyasato e Kosaka (2007) desenvolveram um cefalograma 3D combinando TC (X-vigor – Toshiba Medical Co. Tokyo - Japan) e análise cefalométrica em indivíduos com anormalidades faciais com complexas assimetrias. As imagens não mostraram erro geométrico devido à magnificação ou efeito de sobreposição, inerentes aos cefalogramas convencionais. Usaram dois métodos, cefalograma 3D - I: A imagem da superfície craniofacial foi subtraída sobre o plano sagital mediano, resultando na remoção da metade lateral do contorno. O interior da estrutura do crânio pode ser anatomicamente avaliado, além disso, a análise cefalométrica pode ser produzida com a ferramenta de mensuração indicando os planos básicos como a linha Sela-Násio (S-N), os pontos A e B, etc. Cefalograma 3D – II: Nesta imagem foi preservada a vista lateral do crânio, com exceção do espaço temporal, que foi parcialmente aberto como uma janela com a ferramenta de subtração para permitir que a Sela Turca fosse visualizada claramente. O ponto médio da Sela Turca foi marcado como ponto S, além disso, outros planos básicos, pontos e ângulos foram medidos diretamente na superfície da imagem de uma forma idêntica à do cefalograma convencional. O tecido mole superficial ao osso da face na imagem TC 3D pode ser analisado simultaneamente, bem como em um cefalograma convencional.

Kumar et al. (2007) compararam cefalogramas convencionais (placas de fósforo – Digora PCT, Soredex, USA) - com cefalogramas, projetados em perspectiva e ortogonais, sintetizados a partir de TCFC (NewTom 3G - QR-NIM s.r.l., Verona, Italy). Escanearam e radiografaram dez crânios secos produzindo cefalogramas e obtiveram 16 pontos anatômicos, através dos quais obtiveram nove medidas lineares e cinco medidas angulares através de programa computadorizado Dolphin 3D (pre-release version – Dolphin Imagin, Chatsworth, Calif) por três

diferentes vezes. Com o auxílio de um paquímetro realizaram medidas nos pontos anatômicos medianos (plano sagital mediano) diretamente nos crânios. Para as medidas obtidas no cefalograma convencional e no cefalograma produzido com projeção em perspectiva, foram realizados ajustes para compensar a magnificação (7,5%) produzida pela técnica. Não foram encontradas diferenças entre as modalidades de imagem, exceto para o comprimento mandibular (Condílio-Gnátio – Co-Gn). Medidas lineares sagitais medianas foram significativamente maiores em TCFC em perspectiva do que medidas diretas nos crânios e significativamente menores nos cefalogramas convencionais. A precisão das medidas sagitais medianas foi significativamente maior em TCFC ortogonal do que nas outras modalidades. Portanto, concluíram que TCFC pode reproduzir a geometria da cefalometria convencional com similar precisão e acurácia. Projeções ortogonais fornecem maior acurácia nas medidas no plano sagital mediano do que projeções em perspectiva ou em cefalogramas convencionais.

Ludlow et al. (2007) realizaram mensurações bidimensionais e tridimensionais, com auxílio de marcação de fio ortodôntico, com TCFC (NewTom QR-DVT 9000, 9'), utilizando diversos posicionamentos de 28 crânios secos imersos em água. Com variados posicionamentos dos crânios obtiveram as imagens e após reconstrução, com o programa de computador do próprio equipamento, realizaram mensurações das marcações dos fios metálicos nas reconstruções panorâmicas e transversais e depois compararam com medidas diretas realizadas com paquímetro. Houve um erro de 1,2% para medidas em 2D e 0,6% em medidas 3D e concluíram que medidas obtidas através de TCFC não são influenciadas pelas variações de orientação do crânio durante as aquisições das imagens.

Moshiri et al. (2007) quantificaram medidas cefalométricas obtidas em cefalogramas sintetizados de TCFC (i-Cat system – Imaging Science Int. – Hatfield, PA) de três formas diferentes e compararam com medidas em cefalograma obtido com placa de fósforo (Gendex, Des Plaines III) em 23 crânios secos imersos em água. O primeiro método para obter o cefalograma foi através da imagem lateral da cabeça (Scout) que é a imagem inicial realizada no tomógrafo. A segunda técnica foi com a imagem base, que tivesse a menor discrepância entre as estruturas direita e esquerda, o equipamento obtém 306 imagens base que no conjunto formam o volume 3D e a terceira e última técnica foi obter a projeção do volume em uma imagem bidimensional. Com essas três técnicas foram então obtidos três cefalogramas através da tomografia. A partir de 15 pontos anatômicos, foram realizadas oito medidas no plano sagital e cinco medidas para o lado direito e cinco para o lado esquerdo (quando as estruturas eram bilaterais). O coeficiente de correlação intraclasse para o cefalograma lateral foi significativamente menor do que para as medidas reais e para as medidas em todos os cefalogramas originados da TCFC. Imagens das tomografias, sejam as originadas das imagens base ou da reconstrução volumétrica, foram precisas para todas as medidas, exceto para Condílio – Pogônio (Co-Pg) e Gônio – Mento (Go-M) e nas imagens originadas da aquisição inicial (Scout) encontramos a segunda maior precisão para todas as medidas, exceto Condílio – Pogônio (Co-Pg), Gônio – Mento (Go-M) e Condílio – Gônio (Co-Go) e concluíram que cefalogramas laterais 2D provenientes de TCFC são mais acurados do que cefalogramas laterais convencionais para a maioria das medidas calculadas no plano sagital.

Ogawa et al. (2007) avaliaram a orofaringe em reconstruções 3D de TCFC (NewTom QR-DVT 9000; QA sri, Verona, Italy) em dez indivíduos com Síndrome de Apnéia Obstrutiva do Sono (OSA) e dez indivíduos de grupo controle (sem apnéia), com um programa de computador Amira (Mercury Computer Systems/3D Viz group, San Diego, CA). Definiram volumetricamente a região de interesse através da imagem sagital mediana, a borda superior foi determinada por um plano paralelo ao plano HF passando através do ponto mais distal do palato ósseo; a borda inferior foi determinada pelo plano paralelo ao plano HF passando pelo ponto mais inferior-anterior da segunda vértebra. Para definição dos limites anterior, laterais e posterior foi determinado selecionar o contorno na vista transversal de cada corte (com 1mm de espessura), limitado entre as linhas superior e inferior. As distâncias ântero-posterior e látero-lateral, também foram determinadas nos limites do espaço aéreo e através do programa de computador calculou-se a área de cada segmento transversal e depois a área total. E com a ferramenta de segmentação consegue-se separar todo o espaço aéreo para avaliação. Houve significativa diferença entre a menor área transversal e a dimensão ântero-posterior. O volume total em mm^3 foi menor e a distância ântero-posterior foi significativamente menor nos indivíduos com apnéia do que no grupo controle. Essa menor área do espaço aéreo esteve abaixo do plano oclusal em 70% dos casos de apnéia e 50% do grupo controle. Os autores, portanto, demonstraram a utilidade da TCFC 3D no diagnóstico anatômico do espaço aéreo em indivíduos na posição supina e na caracterização do espaço aéreo em indivíduos com apnéia distinguindo assim pacientes de não pacientes.

Olszewski et al. (2007) adaptaram e validaram a análise cefalométrica de Delaire 2D para 3D. Escanearam 26 crânios secos com TC 3D (MX 8000, Philips, Eindhoven, The Netherlands) e realizaram tomadas radiográficas laterais com

equipamento Sullan (Siemens, Munich, Germany), com programa Acro 3D localizaram 20 pontos anatômicos e transformaram 12 linhas de referência correspondentes à análise de Delaire 2D em 13 planos no volume reconstruído (3D) e mensurações foram realizadas. A reprodutibilidade das medidas em 2D e 3D foram avaliadas intra e inter observador. Os autores concluíram ser válida a transposição da análise 2D para a análise 3D para casos de grandes assimetrias e síndromes que necessitem de um planejamento cirúrgico seguro, pois a dosagem de radiação para produzir estas imagens foi muito alta.

Vinchon et al. (2007) relataram casos de correções cirúrgicas de craniosinostose unicoronal usando a orientação Vestibular (OV) como referência em Tomografia Computadorizada (TC 3D) medindo discrepância entre a linha média teórica e a observada em 38 crianças. Argumentaram que planos de orientação comumente utilizados como plano de Broca (nervo óptico) e o plano HF podem sofrer influência em algumas doenças, como as craniosinostoses. A orientação Vestibular é baseada nos canais semicirculares laterais, na determinação do plano horizontal. A cefalometria, usando o sistema Vestibular como orientação, considera três planos: ântero-posterior (eixo x) paralelo ao canal semicircular; o eixo vertical (eixo Y) perpendicular ao canal semicircular e a linha entre os dois canais semicirculares (linha de Perez) como eixo z. A intersecção desses três eixos na metade da linha entre os dois vestibulos como ponto zero, origem do sistema Vestibular. Com este sistema de coordenadas, pontos anatômicos foram medidos em relação aos três eixos e suas posições podem ser comparadas em diferentes estágios da ontogenia, em diferentes espécies, ou antes, ou depois de cirurgias. Como conclusão, a orientação Vestibular permitiu medidas precisas, planejamento cirúrgico e, quando necessário, controle pós-cirúrgico.

Farman (2008), em editorial, reconheceu a importância da imagem tridimensional usando TCFC, ressalta o rápido progresso nas segmentações das imagens e observa que a obtenção de dados favorece muito o diagnóstico, a simulação, as técnicas de imagens guiadas e a eficácia do tratamento e ainda, conclui que uma nova realidade se apresenta aos radiologistas odontológicos e que agora eles possuem uma ferramenta que irá colaborar, e muito, para o aprimoramento nesta área.

Frühwald et al. (2008) compararam a precisão de 14 medidas usando tomografia computadorizada (TC) em análise bidimensional (2D), análise tridimensional (3D) e modelos de estereolitografia (prototipagem), em nove crianças com malformações craniofaciais, e encontraram uma boa concordância entre mensurações realizadas pelos métodos. As imagens 3D e a prototipagem, comparadas com as medidas bidimensionais, mostraram certas diferenças que não foram estatisticamente importantes. Concluíram que modelos de prototipagem fornecem uma reprodução exata de crânios de crianças com malformações craniofaciais e fornecem uma base confiável para as preparações de complicadas correções cirúrgicas. As mensurações tridimensionais se mostraram superiores às mensurações em reconstruções biplanares oriundas do mesmo método de imagem (TC).

Kumar et al. (2008) compararam medidas de 31 indivíduos, realizadas em cefalogramas laterais obtidos através de TCFC, de projeções em perspectiva (simulando a geometria dos raios X) e ortogonais (raios paralelos) com medidas realizadas em cefalogramas convencionais. Usando NewTom 3G (AFP Imaging, Elmsford, NY) para obtenção das tomografias e placas de fósforo do sistema Digora (Digora PCT, Soredex USA, Milwaukee, Wis) para o cefalograma convencional.

Através do programa Dolphin 3D (pre-release version 1, Dolphin Imaging Management Systems, Chatsworth, Calif), foram criados cefalogramas laterais de modelos virtuais 3D com projeções em perspectiva e ortogonais onde foram realizadas 12 medidas lineares e cinco angulares. As medidas obtidas nas radiografias foram corrigidas (7,5% na porção mediana) por causa da magnificação intrínseca da técnica. Os autores concluíram que não existiu diferença estatisticamente significativa entre as três modalidades cefalométricas para as medidas lineares. Nas medidas angulares apenas o ângulo da horizontal de Frankfurt (HF) com o plano mandibular (FMA) apresentou diferença estatisticamente significativa. Sintetizar imagens cefalométricas de TCFC pode ser usado como uma ponte na transição de análises 2D para 3D. Ambos os tipos de projeções sintetizados são similares ao cefalograma convencional. Os pontos anatômicos podem ser mais precisamente identificados nos cefalogramas sintetizados do que nos cefalogramas convencionais. Portanto, reconstruções cefalométricas através de TCFC podem ser uma boa alternativa quando este exame já foi realizado, evitando assim exposição à radiação desnecessária para novas imagens cefalométricas.

Lopes et al. (2008) avaliaram em 28 crânios secos a precisão e a acurácia de seis medidas angulares usando reconstruções tridimensionais com Tomografia Computadorizada Multi-Slice (TCMS - Aquilion, Toshiba-America Medical Systems Inc., Tustin, CA) com protocolo de renderização por volume, comparados com medidas por sistema de mensuração a laser (Laser - Beyond Crysta-C9168 series 900 device - Mitutoyo Sul Americana Ltda, Suzano, SP, Brazil) para aplicação em ortodontia. Foi realizada a avaliação intra e inter observador. Existiu significante diferença no ângulo Násio-Mento-Gônio. Encontraram também alguma limitação no uso da tomografia computadorizada como ferramenta diagnóstica quando as

medidas na posição vertical mostraram maior erro do que nas posições anteroposterior e transversa. Mas concluíram que medidas angulares obtidas através de TCMS com reconstrução 3-D são precisas e acuradas. A renderização em volume pode distinguir precisamente a anatomia craniofacial com protocolo de tecido ósseo adicionando uma importante fonte de análise maxilofacial.

Periago et al. (2008) compararam a acurácia de medidas lineares obtidas em 23 crânios humanos em um TCFC (i-CAT - Imaging Sciences International, Hatfield, Pa) com medidas obtidas com um paquímetro digital (27-500-90, GAC, Bohemia, NY) em 23 crânios humanos secos, utilizando programa computadorizado Dolphin 3D 2.3 (Pre-release version - Dolphin Imaging, Chatsworth, Calif) para primeiramente reconstruir volumetricamente o crânio, e por observação, e com movimentos de rotação e translação identificaram 14 pontos anatômicas, com os quais obtiveram 20 medidas lineares comumente utilizadas em análises cefalométricas laterais em Ortodontia, este procedimento foi repetido por três vezes. O Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) na tripla mensuração direta foi significativamente mais alto ($0,996 \pm 0,007$; com variação $0,981 - 0,991$) do que a mensuração no volume reconstruído ($0,976 \pm 0,016$; com variação de $0,941$ a $0,993$). A média do percentual de erro das medidas com TCFC 3D foi $2,31\% \pm 2,11\%$; com variação de $1,07\% \pm 0,72\%$ a $3,68\% \pm 1,85\%$. Para todas as medidas, exceto para a medida Básio (Ba) – Násio (N), a média de erro absoluto e percentual foi significativamente maior nas mensurações no volume 3D do que nas mensurações diretas. Em 40% das medidas a média da diferença foi menor que 1mm, 30% foi entre 1mm e 1,5mm, 20% foi entre 1,5mm a 2mm e 10% foi maior do que 2mm. E concluíram que a acurácia das medidas de distância podem ser afetadas pela redução da qualidade de imagens devido à atenuação dos tecidos moles, de artefatos metálicos e da movimentação do

paciente. Variações no protocolo de escaneamento como, tamanho do voxel e número de imagens base podem influenciar a acurácia. Assim, seria esperado que a precisão dimensional das medições 3D fosse um pouco menor do que em dados provenientes de pacientes. Variação dos pontos anatômicos cuja precisão pode ser afetada pela fraca segmentação, incluem os pontos: ponto A, Espinha Nasal Anterior (ENA), Espinha Nasal Posterior (ENP), Pório (Po), e Condílio (Co).

Quereshy, Savell e Palomo (2008) exploraram as possíveis aplicações da nova tecnologia de TCFC e o encaminhamento na área da Odontologia, com o objetivo de aplicar dados originados dessa tecnologia, baseada em evidências. A aplicabilidade nos planejamentos de implantes dentários propicia uma vista tridimensional do local de escolha cirúrgica. Em patologias maxilomandibulares, a alta resolução das imagens fornece uma vista completa da lesão permitindo ótimo delineamento de cistos e tumores nesta região. Em avaliações das articulações temporomandibulares (ATM), possibilita clara observação de alterações morfológicas e posicionais. A identificação, planejamento do tratamento e a avaliação de potenciais complicações dos dentes afetados são significativamente melhoradas através da adição da terceira dimensão através TCFC. Os autores concluem que a avaliação torna-se não só menos invasiva e menos morosa, mas também mais completa. As relações de terceiros molares impactados com o canal mandibular, com os dentes adjacentes, com as paredes dos seios, e as fronteiras corticais são importantes informações de diagnóstico que podem diretamente impactar o resultado da cirurgia. Em Ortodontia e Cirurgia Ortognática, necessitamos ainda de extensiva pesquisa para caracterizar os pontos anatômicos e a relação com as medidas, mas pode ser útil nas análises cefalométricas pela sua exatidão, principalmente, em deformidades faciais e assimetrias. Em somatória a todas essas

vantagens sobre as técnicas de imagens convencionais temos ainda o baixo custo dos exames e as baixas emissões de radiação X. As aplicações descritas neste documento são apenas o começo. Existe agora capacidade de se obter muito mais dados para caracterizar a situação do paciente. O próximo passo é estabelecer a melhor forma de utilizar estes dados adicionais da forma mais eficaz.

Stratemann et al. (2008) determinaram a acurácia de medidas de distâncias lineares em TCFC realizados em dois distintos equipamentos NewTom QR-DVT 9000 (Aperio Inc Sarasota, FI) e CB MercuRay (Hitachi Medico Technology, Tokyo, Japan) e comparando com medidas obtidas por paquímetro, de pontos anatômicos comumente utilizados em análises ortodônticas, em crânios humanos. Depois de realizadas Tomografias Computadorizadas com esferas metálicas colocadas em pontos anatômicos, foram realizadas mensurações, que foram comparadas com mensurações com paquímetro. Comparando o sistema de tomografia com paquímetro, a TC apresentou medições, em média, ligeiramente menores do que medições diretas. No sistema CB MercuRay as medidas neste protocolo foram ligeiramente menores do que as diretas, existindo significativa diferença entre medidas verticais e transversais, assim como em sagitais para transversais. E concluíram que as doses de radiação do TCFC são em torno de 50,27 μSv , que são significativamente menores que outras modalidades de TC e que muitos outros métodos de exames de radiologia convencional. A segmentação permite análise de parte do volume total, facilitando medidas lineares e angulares. A distorção através do escaneamento por volume é pequena. As TCFC ainda têm limitações, particularmente na definição de detalhes da união dentina-esmalte, câmara pulpar, e trabeculado ósseo ao redor dos dentes.

Soumalainen et al. (2008) avaliaram a acurácia das medidas lineares obtidas com TCFC, com as obtidas com MSTC, com alterações de doses de radiação, no planejamento de implantes dentários. Usando 3D Accuitome (3D Accuitomo, J Morita MFG. Corp., Kyoto, Japan) e Four-slice scanner (LightSpeed Plus, GE Medical Systems) e programa de computador Adobe Systems Inc., U.S.A) elegeram dois locais em uma mandíbula humana seca e imersa em solução, uma região edêntula e outra dentada e aplicaram vários protocolos com variações: da corrente do tubo (mA), voltagem (kV), velocidade da mesa (mm/s) e tempo de rotação (s). O erro de medida mostrou significativa diferença entre os métodos estudados ($P=0,022$) e a média dos erros de medidas foi de 4,7% para TCFC e 8,8% para TCMS para mandíbula seca, e 2,3% e 6,6% respectivamente para a mandíbula imersa em solução e 5,4% para o protocolo com TCMS com baixa dose de radiação. E concluíram que a TCFC é uma ferramenta confiável na obtenção de medidas para planejamento de implantes quando comparado com TCMS e que uma considerável redução de radiação pode ser alcançada com TCMS de baixa dose nos exames para implante sem grandes perdas na acurácia das medidas.

Suri et al. (2008) analisaram com TC (Somatom HiQ-S, Siemens, Erlangen, Germany) pacientes com cirurgia de reparo de fenda palato-labial e investigaram se existe significativa assimetria em estruturas profundas da face média. Utilizando um cefalostato não metálico (Mechanical Division, Central Scientific Instruments Organization, Chandigarh, Índia) para o posicionamento da cabeça na obtenção do exame tomográfico, obtiveram imagens de 15 crianças (sete meninos e oito meninas com média de idade 11,59) que haviam sido submetidos a cirurgia. Realizaram 29 mensurações e encontraram significativa redução de 19,05% na largura da câmara nasal e uma posição mais distal da base óssea alar e uma posição mais sagital do

ponto ântero-lateral mais proeminente sobre o processo alveolar maxilar no lado da fenda lateral. A metade inferior do septo ósseo nasal foi desviada em direção da fenda e a ponta do nariz foi desviada para o lado de não fissura, em 60% dos indivíduos. A Espinha Nasal Anterior foi desviada para o lado de não fissura em 73,3% dos indivíduos, com um desvio médio de $2,84 \pm 3,90$ mm. Não foi observada significativa assimetria transversa e sagital na face média profunda. O colapso do arco dental unilateral foi observado em 73,3%, bilateral em 20% e não houve colapso em 6,7%. Concluíram, então, que TC é um excelente método para quantificar estruturas craniofaciais superficiais e profundas e a maioria das assimetrias foi reparada com as cirurgias nesta população e que para estudos em assimetria deveríamos usar pontos anatômicos estáveis na determinação de planos de referência ao invés de pontos anatômicos mais externos.

Witherow et al. (2008) mensuraram no plano sagital a reincidência de distrações fronto-faciais utilizando cefalogramas laterais bi e tridimensionais a partir de telerradiografia lateral (Orthophos 5 - Siemens) e TC (Siemens Somatom 16 - multislice) em 21 pacientes com craniodisostose. A variação intra e inter observador foi alta nos cefalogramas laterais e baixa nos TC 3D. Concluíram que a distração frontofacial produz avanço estável da face e é um tratamento eficaz nas deformidades sindrômicas como as disostoses craniofaciais, apesar de alguns indivíduos apresentarem reincidência em nível oclusal devido a aumento no comprimento mandibular.

Oliveira et al. (2009) avaliaram a confiabilidade na identificação tridimensional (3D) de 30 pontos anatômicos em reconstruções volumétricas de TCFC, usando aparelho NewTom 3G (AFP Imaging, Elmsford, NY) e um programa computadorizado Dolphin 3D (Dolphin Imaging, Chatsworth, Calif), em uma amostra

de 12 indivíduos a serem submetidos a cirurgia ortognática. Foram utilizados três observadores que, independentemente, identificaram por três vezes em um intervalo de três dias, os pontos anatômicos em cortes sagitais, coronais e transversais. Determinaram o posicionamento da cabeça através dos planos sagital mediano, no sentido vertical, da linha “transporionica”, no sentido transversal e do plano horizontal de Frankfurt, no sentido lateral, centralizando um sistema de coordenadas na intersecção da linha “transporionica” com o plano sagital mediano. Obtiveram como resultado um coeficiente de correlação intraclasse de 0.9 para 86% da avaliação intra observador e 66% na inter observador. Os autores concluíram que a confiabilidade intra e inter observador foi excelente e que a identificação dos pontos anatômicos usando TCFC oferece dados consistentes e reproduzíveis, se o operador for treinado e os protocolos forem seguidos.

Cevitanes et al. (2009) avaliaram a simulação do posicionamento natural da cabeça (PNC) através do eixo visual e posicionamento por planos determinados por pontos anatômicos intracranianos (PPIC), utilizando imagens obtidas por TCFC (Newtom-9000, QR-NIM s.r.l., Verona, Italy) e o programa Dolphin (version 10.5, Dolphin Imaging, Chatsworth, Calif) em 12 indivíduos apresentando classe II e classe III de Angle. O plano horizontal de Frankfurt (HF) definido pelos pontos, Po direito e esquerdo e Or direito e esquerdo, plano sagital mediano definido pelos pontos Na, ENA e Ba, e o plano “transporionico”, determinado pela linha através dos Po direito e esquerdo, perpendicular ao plano HF. O volume 3D foi reorientado até que o plano HF estivesse paralelo à base horizontal e o plano “transporionico” e o sagital mediano estivessem orientados verticalmente e o cruzamento do plano HF com o plano “transporionico” foi determinado como o centro do sistema de coordenadas. Três observadores independentes criaram e digitalizaram quatro

cefalogramas laterais orientando dois cefalograma pelo sistema PNC e os outros dois pelo sistema PPIC. A correlação intraclasse (ICC) indicou boa precisão entre os posicionamentos. Em 50 medidas o coeficiente de concordância foi de 0,9 para 45 medidas no posicionamento PPIC e em 36 medidas com o posicionamento PNC. Em 28% as diferenças entre as medidas excedeu 2mm ou 2 graus. Concluíram então que ambos os posicionamentos de cabeça são aceitáveis, embora tenha havido correlação maior para o posicionamento PPIC. Argumentam então, que o posicionamento de cabeça é um guia que facilita o processo de simulação.

3 PROPOSIÇÃO

No presente estudo nos propomos a avaliar:

- 1) o uso do Cefalostato Virtual na orientação de Crânios em Tomografia Computadorizada;
- 2) a reprodutibilidade intra observador do posicionamento dos pontos: Básio (Ba), Opístio (Op), Crista Etmoidal (CE), Sela (S), Tubérculo da Sela (TS), Násio (N), Pogônio (Pg) e Gnátio (Gn) após o posicionamento no cefalostato virtual;
- 3) a associação entre a linha entre os pontos Tubérculo da Sela (TS) e Pogônio (Pg) e o Eixo Y (S-Gn) e em caso de existência estabelecer uma fórmula de correlação entre esses dois eixos;
- 4) o comportamento da inclinação da linha orbitomeática (Horizontal de Frankfurt) com relação à linha Básio-Opístio e se poderá ser um método auxiliar no diagnóstico das alterações craniofaciais.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

4.1.1 Seleção da amostra

Para o presente trabalho, foram selecionados 49 crânios humanos esqueletizados, de um total de 501, do Museu de Anatomia, da Disciplina de Anatomia Descritiva e Topográfica, do Departamento de Morfologia, da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – Escola Paulista de Medicina, de maneira aleatória, excluindo-se aqueles que apresentavam grandes destruições e grandes ausências de elementos dentários, o que tornaria instável o posicionamento das mandíbulas. A autorização para o estudo e transporte dos crânios foi conseguida junto ao responsável pelo Museu (Anexo A).

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de São Paulo – USP. (Anexo B e Anexo C)

4.2 Método

4.2.1 Exame

4.2.1.1 Aquisição das Imagens

Os 49 crânios foram escaneados em um tomógrafo computadorizado por feixe cônico (TCFC) da marca iCat (Imaging Science International - Hatfield, PA – EUA), no CTA – Centro Avançado de Tomografia da ISOOrthographic, São Paulo. Os crânios foram posicionados e fixados no tomógrafo, no apoio de mento na região anterior, e no suporte de cabeça na região posterior, sem, entretanto tomar referências para posicionamento. Como protocolo, foi utilizado o modelo completo (Full – 220mm) onde são realizados dois giros do tomógrafo (20+20 seg; 0,4 voxel) para que se obtenha a totalidade da cabeça no sentido vertical. A aquisição da região posterior da cabeça fica comprometida já que o campo de visão (FOV) do equipamento é de 160 milímetros, então o diâmetro total da cabeça muitas vezes não é obtido, isto no sentido transversal.

4.2.2 Manipulação das Imagens

As aquisições foram reconstruídas em alta resolução, usando-se o programa do próprio tomógrafo.

As imagens foram convertidas em formato DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) e importadas para o programa InVivoDental (Anatmage – San Jose, CA - EUA).

4.2.2.1 Preparo das Imagens no Cefalostato Virtual

Com este programa foram abertas três janelas com imagens multiplanares nas normas coronal, sagital e transversal, com o posicionamento em que foram adquiridas pelo tomógrafo (Figura 4.1).

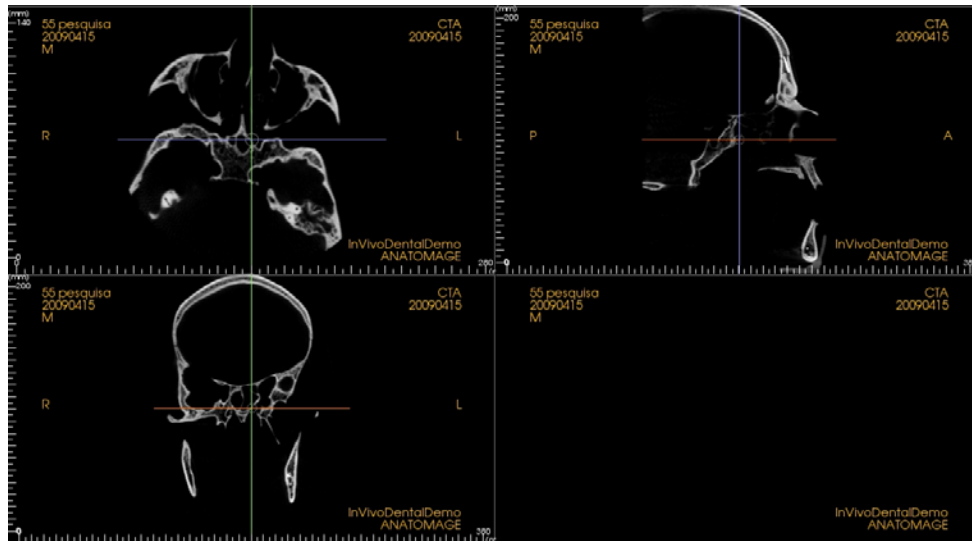


Figura 4.1 – Tela demonstrando as janelas transversal, sagital e coronal, iniciais após a aquisição

Alterando-se as inclinações simultaneamente através das três janelas, reposicionamos o crânio de forma aleatória, inicialmente, para depois então iniciarmos as marcações dos pontos (Figura 4.2).

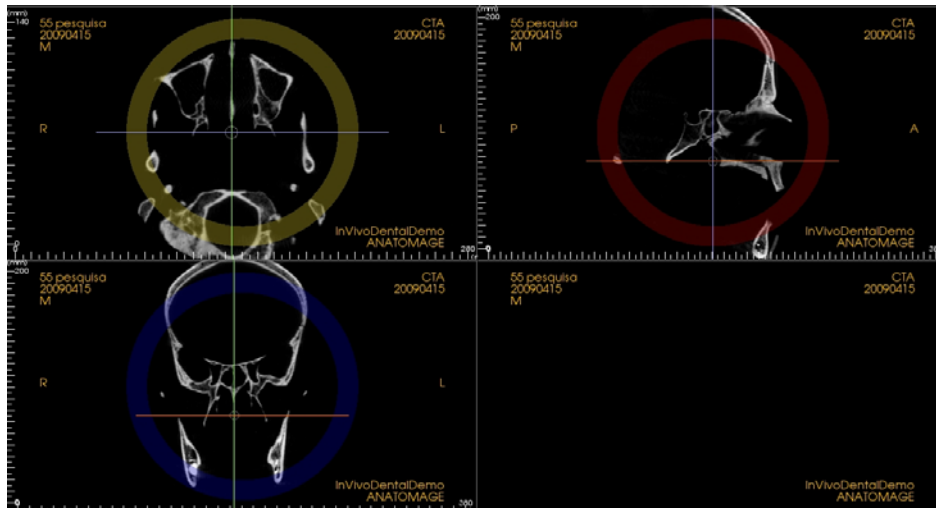


Figura 4.2 – Janelas para ajustes de orientação inicial

Alterando para a janela de reconstrução volumétrica (3D) e posicionamos em norma transversal com vista ínfero-superior (Figura 4.3) e marcamos os pontos: Básio (Ba – ponto mais posterior e inferior da imagem da base do osso occipital e/ou ponto mediano sobre a margem anterior do forame magno) e o ponto Opístio (Op – ponto posterior mediano do Forame Magno). O ponto Crista Etmoidal (CE), foi marcado no cruzamento da Crista Etmoidal (antiga Crista Galli) com a Lâmina Perpendicular do osso Etmóide em norma coronal, em uma vista ântero-posterior e com o uso da ferramenta de recorte, tendo uma visão direta da estrutura (Figura 4.4).



Figura 4.3 - Reconstrução 3D em norma transversal, demonstrando a marcação dos pontos Ba e Op

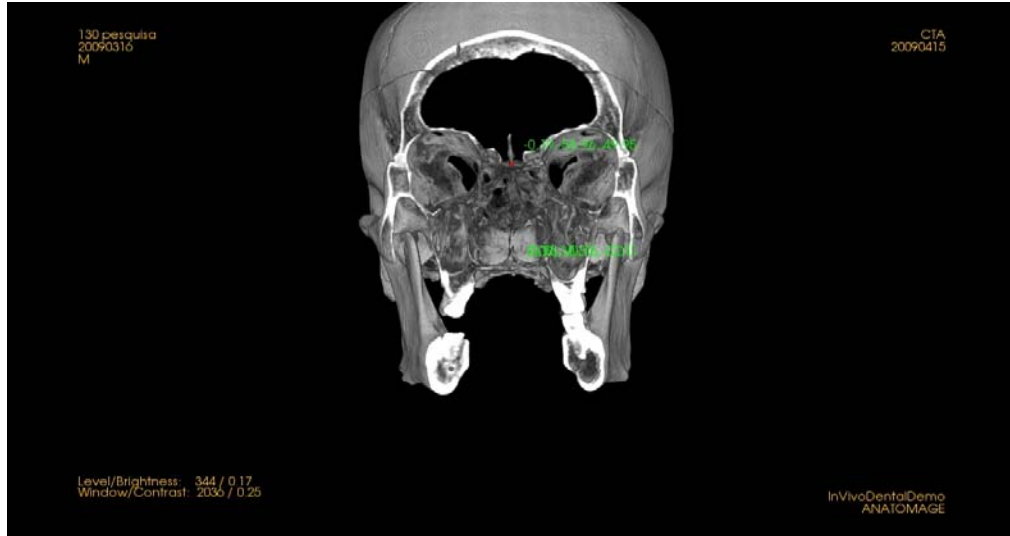


Figura 4.4 – Reconstrução 3D com filtro (Gray scale), em norma coronal, com recorte na altura da Crista Etmoidal

Marcados esses pontos iniciais, determinamos através deles o plano sagital mediano e fizemos um recorte sagital do crânio seguindo esse parâmetro, através da ativação de uma ferramenta de corte (Figura 4.5).

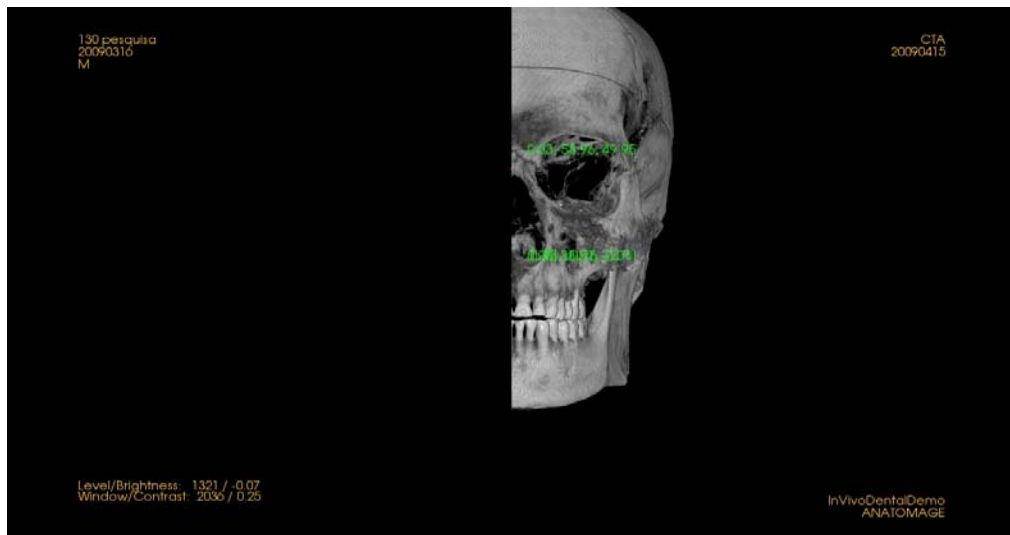


Figura 4.5 – Reconstrução 3D, em norma coronal, demonstrando o recorte seguindo a orientação do plano sagital mediano, pelos pontos Ba, Op e CE

Em norma sagital com vista interna através do lado direito, isto é, vista interna esquerda, com a face voltada para o lado direito e marcamos o ponto Tubérculo da Sela (TS – ponto na margem anterior da sela turca no limite com a margem posterior do sulco pré-quiasmático, na sua porção mais mediana). Com a ferramenta de contraste e brilho, de forma aleatória, procuramos a melhor forma de visualizar cada estrutura de interesse (Figura 4.6).

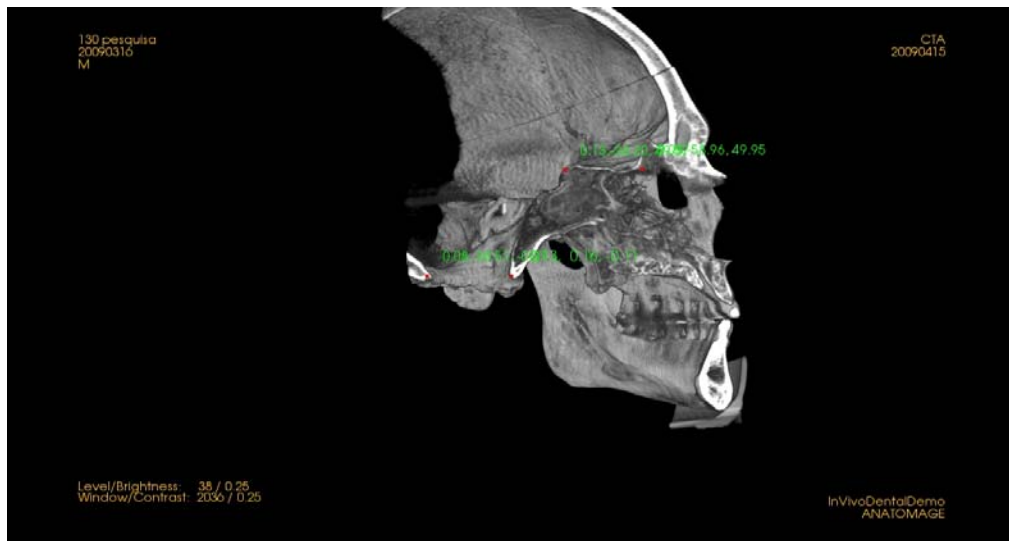


Figura 4.6 – Reconstrução 3D com recorte sagital mediano e vista interna, demonstrando a marcação do ponto TS

O ponto Sela (S – ponto no centro geométrico da Sela Turca) é marcado neste momento com a alteração feita pela ferramenta de contraste, ficando a imagem como um corte de tomografia e não mais como imagem 3D (Figura 4.7).

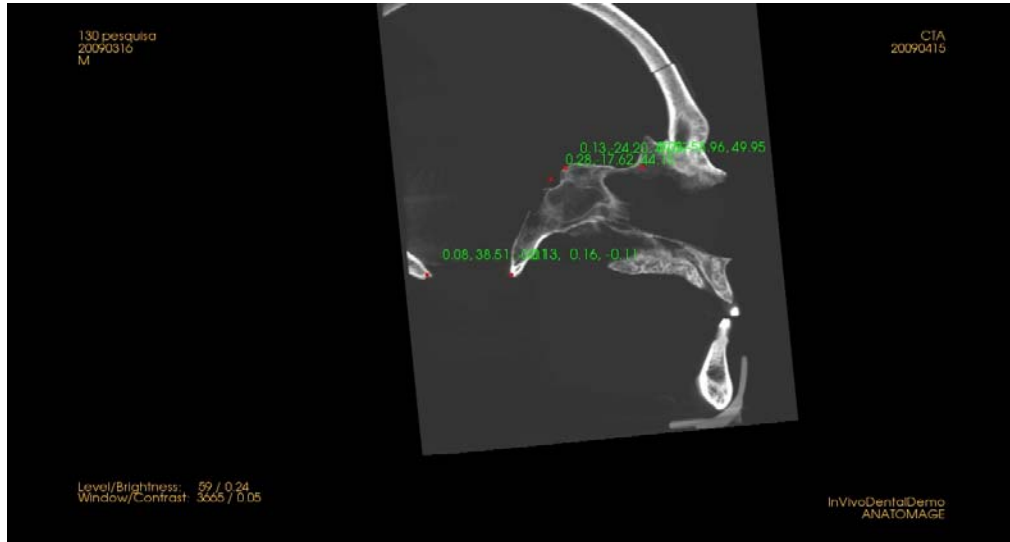


Figura 4.7 – Corte tomográfico sagital mediano em norma sagital, demonstrando a marcação do ponto S

Desativando a ferramenta de corte, temos agora a imagem total do crânio em 3D. Posicionamos em norma frontal e marcamos os pontos Násio (N – intersecção da sutura internasal com a sutura frontonasal) (Figura 4.8), Pogônio (Pg – ponto mais anterior da curvatura do mento) e Gnátio (Gn – ponto mais anterior e inferior no contorno da sínfise mandibular) e com movimentos aleatórios do crânio, verificamos o posicionamento desses pontos nas várias normas, seguindo uma orientação tridimensional (Figura 4.9).

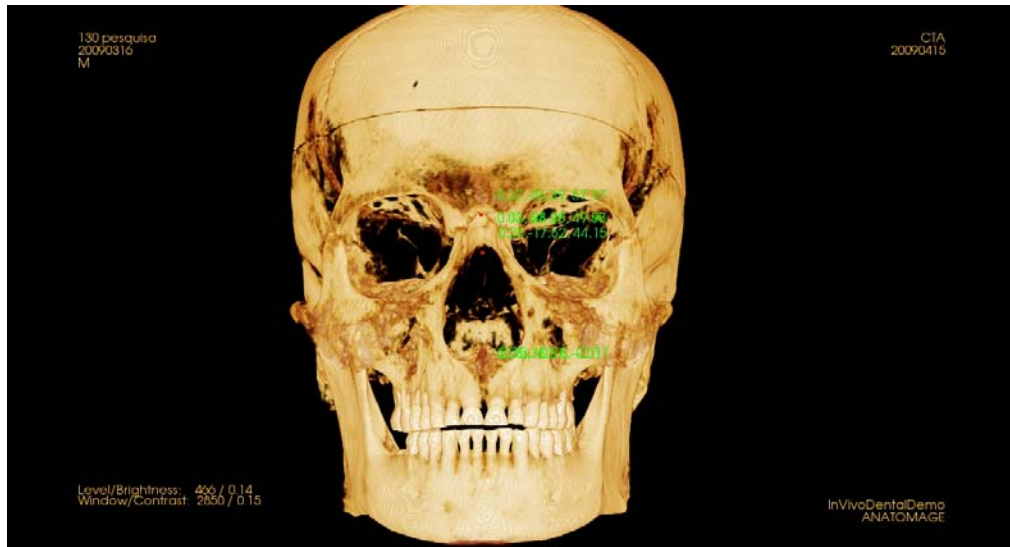


Figura 4.8 – Reconstrução 3D, norma coronal, demonstrando a marcação do ponto S

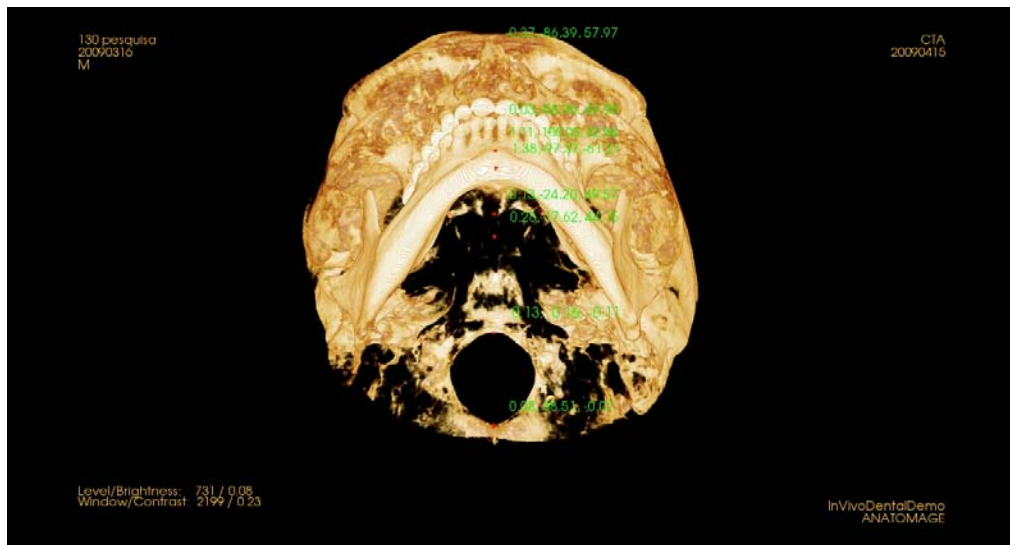


Figura 4.9 – Reconstrução 3D, em vista ínfero-superior, demonstrando a marcação dos pontos Pg e Gn

Ativando novamente a ferramenta de corte sagital, na altura do plano sagital mediano, alterando o contraste, marcamos uma linha de S até Gn e TS até Pg (Figura 4.10).

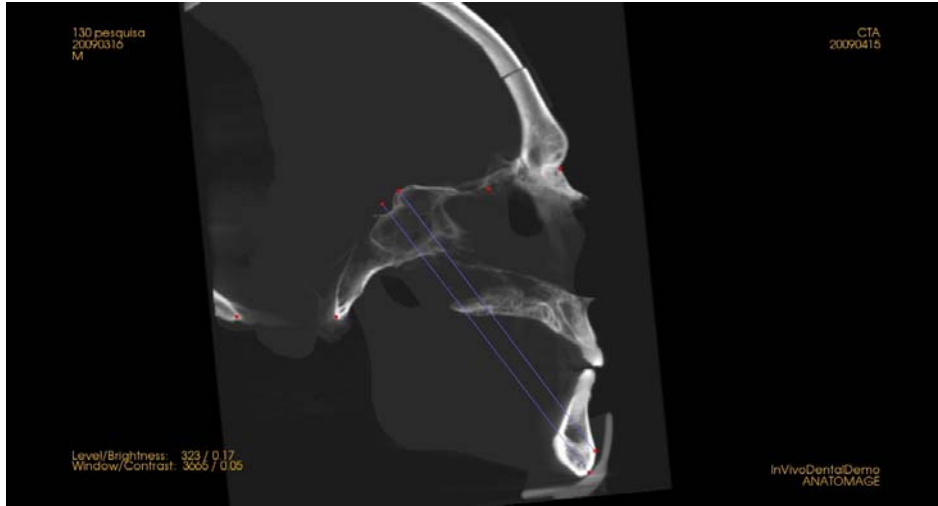


Figura 4.10 – Corte tomográfico sagital, no plano sagital mediano, demonstrando a marcação do eixo Y e do eixo TS-Gn

Na reconstrução volumétrica marcamos os pontos Po (Pório direito) e Orbitário (Or) direito e determinamos uma linha orbitomeática direita e sobrepusemos sobre o crânio uma grade quadriculada, que é uma ferramenta do programa, e mensuramos a angulação desta linha com o plano horizontal determinado por Ba e Op perpendicular ao plano sagital mediano através do complemento do ângulo (Figura 4.11).

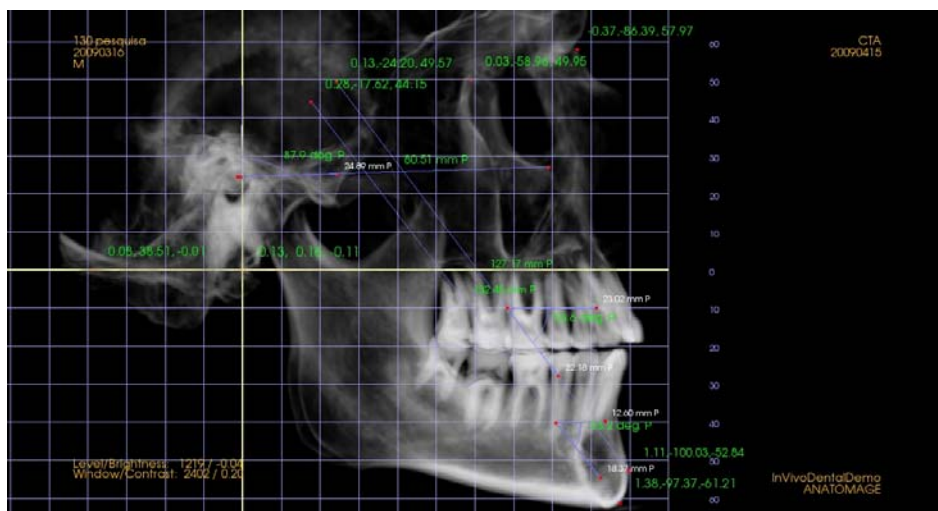


Figura 4.11 - Norma sagital, mostrando todos os pontos e linhas marcados e grade quadriculada sobreposta

Feito isso, nos 49 crânios, as imagens foram salvas em norma sagital em arquivos jpeg (Anexo D) com as devidas marcações e com os crânios com uma certa transparência para que os pontos ficassem visíveis.

A metodologia foi repetida por duas vezes, com um intervalo de uma semana entre as marcações, e as coordenadas dos pontos marcados foram colocadas em uma tabela do programa Excel da Microsoft, e verificamos a reprodutibilidade deles, através de análise estatística.

Os pontos foram graduados em três eixos: sagital, frontal e transversal com o ponto zero dos três eixos no ponto Ba.

4.3 Metodologia estatística

Inicialmente, todos os dados foram analisados descritivamente. Para as variáveis categóricas foram apresentadas frequências absolutas e relativas, enquanto que para as variáveis numéricas, foram calculadas medidas-resumo (média, quartis, mínimo, máximo e desvio padrão). O Mínimo, quartis e máximo foram representadas graficamente na forma do diagrama de Box-plot.

Para se verificar a reprodutibilidade intra observador do posicionamento dos pontos: Ba, Op, CE, S, TS, N, Pg e Gn, Eixo Y (S-Gn) e linha entre os pontos TS –

Pg foram calculadas as correlações intraclasse. Os cálculos foram repetidos para as diferenças entre as medidas 1 e medidas 2. A correlação intraclasse varia entre -1 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1, melhor a reprodutibilidade.

Foram calculadas correlações de Pearson entre o Eixo Facial (S-Gn) e linha entre os pontos TS e Pg. Em seguida, para estabelecer a relação entre ambas, mais precisamente, o Eixo Y (S-Gn) em função da linha entre os pontos TS – Pg, foi utilizado um modelo de regressão linear simples para os dados da 1^a. mensuração.

No modelo de regressão linear a suposição de normalidade foi verificada via teste de Kolmogorov-Smirnov nos resíduos (diferença entre o valor observado e estimado).

Para todos os testes estatísticos foram considerados um nível de significância de 5%.

5 RESULTADOS

Passaremos agora a descrever os dados obtidos com relação às diferenças encontradas entre a primeira e a segunda mensuração. Separando em faixas de diferenças absolutas e percentuais, laterais, verticais e de profundidade sendo que os valores foram classificados como maiores do que -2 e 2, valores entre -2 e -1 e 2 e 1, valores entre -1 e 1.

No eixo x transversal (látero-lateral) as diferenças entre as (392) medidas da primeira mensuração para a segunda mensuração foram de, acima de 2mm (- ou +) para 9,9% (39), sendo 46,1% devido ao Pg (18) e 53,8% devido ao Gn (21). Diferenças entre $1\text{mm} \geq (+ \text{ e } -)$ e $< 2\text{mm} (+ \text{ e } -)$ foram encontrados em (47) 11,9% para os pontos TS (1 – 2,1%), Op (2 – 4,2%), CE (3 – 6,3%), S (3 – 6,3%), N (7 – 14,8%), Pg (16 – 34%) e Gn (15 – 31,9%). Diferenças menores do 1mm (+ e -), foram encontradas em 78% (306) das medidas.

No eixo y sagital (ântero-posterior) as diferenças entre as (392) medidas da primeira mensuração e da segunda mensuração, foram acima de 2mm (- ou +) em 19,3% das medidas (76) sendo 50% devido ao CE (38), 21% ao Gn (16), 10,5% ao Pg (8), 6,6% ao TS (5), 5,3% ao N (4), 3,9% ao Op (3) e 2,6% ao ponto S (2). Diferenças onde $1\text{mm} \geq (+ \text{ e } -)$ e $< 2\text{mm} (+ \text{ e } -)$ foram encontrados em (80) 20,4% dos pontos, sendo N (15 – 18,7%), Op (14 – 17,5%), S (14 – 17,5%), Pg (12 – 15%), Gn (12 – 15%), TS (7 – 8,7%), CE (6 – 7,5%). Diferenças menores do 1mm (+ e -), foram encontradas em 60,2% (236) das medidas.

No eixo z vertical (súpero-inferior) as diferenças entre as (392) medidas da primeira mensuração e da segunda mensuração, foram acima de 2mm (+ e -) em 20,9% das medidas (82), sendo 30,5% devido ao CE (25), 21,9% ao Pg (18), 20,7% ao Gn (17), 18,3% ao N (15), 7,3% ao TS (6), e 1,2% ao ponto S (1). Diferenças onde $1\text{mm} \geq (+ e -)$ e $< 2\text{mm} (+ e -)$ foram encontrados em (83) 21,2% dos pontos, sendo devido ao Pg (19 – 22,9%), ao S (14 – 16,8%), ao N (13 – 15,6%), ao Gn (12 – 14,5%), ao TS (12 – 14,5%), ao CE (12 – 14,5%) e ao Op (1 – 1,2%). Diferenças menores de 1mm (+ e -) foram encontradas em 57,9% (227) das medidas.

Perfil dos crânios

Foram analisados crânios de 49 indivíduos, sendo em sua maioria composta por homens (73,9%) leucodermas (46,7%), segundo a Tabela 5.1. De acordo com a Tabela 2, a média das idades dos crânios foi de 29,5 anos, sendo observada uma idade mínima de meio ano (6 meses) e uma idade máxima de 65 anos.

Tabela 5.1 – Distribuição dos crânios segundo sexo e grupo étnico

Características	N	%
Gênero	46	100,0
Masculino	34	73,9
Feminino	12	26,1
Grupo Étnico	45	100,0
Branco	21	46,7
Pardo	12	26,7
Negro	12	26,7

3 casos sem informação de gênero

4 casos sem informação de grupo étnico

Tabela 5.2 – Medidas-resumo das idades dos crânios

Estatísticas	Estimativas
Média	29,5
Desvio Padrão	14,9
Mínimo	0,5
Máximo	65,0
1o. Quartil	21,8
2o. Quartil (Mediana)	30,0
3o. Quartil	35,8
N	46

3 casos sem informação de idade

Pontos anatômicos

A Tabela 5.3 apresenta as medidas-resumo para as três coordenadas segundo os pontos anatômicos. São apresentadas nesta mesma tabela as correlações de Pearson entre as 1^a. e 2^a. mensurações.

A tabela 5.4 apresenta as medidas-resumo das diferenças entre as 1^a. e 2^a. mensurações por posição. Estas mesmas diferenças podem ser avaliadas na Tabela 5.5 por faixas.

A Tabela 5.6 apresenta as correlações intraclasse para avaliar a reprodutibilidade intra observador. Pode-se notar a ausência de reprodutibilidade para o ponto Ba nas três coordenadas. Os pontos S e TS apresentam ausência de reprodutibilidade na coordenada X, porém ótimas reprodutibilidades (superior a 0,95) nas coordenadas Y e Z. Os pontos N, Gn e Pg, apresentam ótimas reprodutibilidades intra observadores nas coordenadas Y e Z e uma fraca reprodutibilidade na coordenada X (pouco acima de 0,50). Já o ponto OP apresenta uma ótima reprodutibilidade apenas na coordenada Y (0,947). O ponto CE apresenta uma ótima reprodutibilidade (0,929) apenas na coordenada Z e uma reprodutibilidade regular (0,677) na coordenada Y.

Os pontos Pg e Gn, apresentam ótimas reprodutibilidades intra observador nas coordenadas Y e Z e uma fraca reprodutibilidade na coordenada X.

Tabela 5.3 – Medidas-resumo das coordenadas segundo pontos anatômicos e correlação de Pearson entre as coordenadas na 1ª. e 2ª. Mensuração

Posição	Coord.	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	1o. Quartil	2o. Quartil (Mediana)	3o. Quartil	N	Correlação de Pearson
Ba	x1	0,066	0,151	-0,190	0,220	-0,100	0,140	0,190	49	0,034
	x2	0,035	0,133	-0,190	0,220	-0,105	0,100	0,150	49	
	y1	0,053	0,233	-0,780	0,790	0,000	0,000	0,005	49	0,078
	y2	-0,037	0,166	-0,650	0,380	-0,025	0,000	0,000	49	
	z1	0,021	0,140	-0,240	0,470	-0,090	0,000	0,135	49	0,230
	z2	0,027	0,189	-0,480	0,660	-0,080	0,020	0,100	49	
CE	x1	0,020	0,417	-1,730	1,100	-0,060	0,020	0,095	49	0,307*
	x2	0,061	0,172	-0,190	0,590	-0,025	0,010	0,070	49	
	y1	-70,390	7,032	-82,860	-46,630	-74,575	-71,910	-66,630	49	0,809**
	y2	-66,445	6,852	-82,000	-44,790	-71,565	-67,300	-61,945	49	
	z1	33,318	9,955	9,780	52,360	26,910	33,710	41,440	49	0,942***
	z2	31,707	9,577	11,410	47,320	25,960	31,890	39,155	49	
Gn	x1	0,723	2,683	-4,850	6,620	-1,095	0,700	2,405	49	0,590**
	x2	1,231	2,955	-3,960	10,280	-0,785	1,170	2,560	49	
	y1	-70,101	12,565	-97,070	-40,130	-80,595	-69,690	-62,190	49	0,987***
	y2	-70,853	13,212	-97,210	-38,280	-81,105	-70,640	-63,740	49	
	z1	-72,768	14,342	-96,940	-28,970	-83,280	-74,910	-63,380	49	0,990**
	z2	-72,117	14,240	-98,140	-30,660	-82,265	-73,280	-62,515	49	
N	x1	-0,124	0,785	-2,360	1,550	-0,595	-0,100	0,320	49	0,499**
	x2	-0,082	0,845	-1,950	1,710	-0,500	-0,120	0,405	49	
	y1	-88,253	7,828	-102,120	-63,900	-93,270	-89,780	-85,560	49	0,989**
	y2	-88,469	7,905	-101,040	-63,770	-93,525	-89,610	-86,130	49	
	z1	35,965	11,413	9,250	58,070	30,515	37,640	44,495	49	0,978**
	z2	35,949	11,625	7,240	56,690	28,100	38,340	43,230	49	
Op	x1	0,139	0,447	-1,820	1,740	-0,020	0,090	0,220	49	0,024
	x2	0,083	0,190	-0,390	0,680	-0,015	0,050	0,140	49	
	y1	37,169	3,155	28,270	42,680	35,605	36,980	39,345	49	0,960**
	y2	36,651	3,133	27,880	42,930	34,720	36,760	39,405	49	
	z1	0,061	0,318	-0,330	1,790	-0,040	0,010	0,065	49	-0,176
	z2	0,021	0,120	-0,380	0,510	-0,035	0,010	0,065	49	
Pg	x1	0,763	2,613	-4,660	6,590	-1,255	0,720	2,655	49	0,605**
	x2	1,189	2,924	-3,490	9,860	-0,780	1,140	2,630	49	
	y1	-74,247	12,802	-99,810	-43,500	-84,470	-73,970	-66,435	49	0,992**
	y2	-74,502	12,908	-99,750	-42,560	-85,445	-74,130	-67,335	49	
	z1	-66,818	13,890	-89,890	-26,230	-77,095	-70,000	-59,035	49	0,977**
	z2	-66,683	13,554	-91,910	-28,430	-76,780	-67,700	-57,595	49	
S	x1	0,320	0,468	-0,750	1,390	0,080	0,350	0,665	49	0,143
	x2	0,254	0,321	-0,550	0,960	0,025	0,270	0,400	49	
	y1	-23,862	7,596	-33,150	21,330	-27,205	-24,830	-22,320	49	0,992**
	y2	-24,180	7,747	-33,190	21,880	-27,880	-24,860	-22,360	49	
	z1	31,190	7,009	15,820	43,630	26,805	31,860	37,150	49	0,990**
	z2	31,362	7,053	15,370	43,370	27,430	32,340	37,040	49	
TS	x1	0,230	0,447	-0,600	0,970	-0,120	0,330	0,540	49	-0,016
	x2	0,203	0,271	-0,570	0,800	0,025	0,200	0,405	49	
	y1	-31,066	4,518	-39,780	20,700	-34,315	-31,500	-28,335	49	0,984**
	y2	-31,246	4,473	-41,580	-20,260	-34,660	-30,970	-28,340	49	
	z1	34,279	8,041	16,920	48,640	30,010	35,690	39,880	49	0,984**
	z2	32,222	8,180	15,650	48,640	29,635	36,120	39,280	49	

* significante a 5%

** significante a 1%

Tabela 5.4 – Medidas-resumo das diferenças das 1ª. e 2ª. mensurações das coordenadas, segundo pontos anatômicos

Posição	Diferença	Média	Intervalo de Confiança de 95%	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	1o. Quartil	2o. Quartil (Mediana)	3o. Quartil	N
Ba	Lateral (X)	0,030	[-0,03 ; 0,09]	0,198	-0,340	0,380	-0,095	0,030	0,185	49
	Vertical (Y)	0,090	[0,01 ; 0,17]	0,275	-0,780	0,790	-0,005	0,000	0,155	49
	Profundidade (Z)	-0,006	[-0,07 ; 0,05]	0,207	-0,450	0,520	-0,170	0,030	0,135	49
CE	Lateral (X)	-0,041	[-0,16 ; 0,07]	0,399	-1,700	1,120	-0,120	0,000	0,090	49
	Vertical (Y)	-3,945	[-5,18 ; -2,71]	4,290	-13,400	3,150	-6,620	-3,930	-0,675	49
	Profundidade (Z)	1,611	[0,65 ; 2,58]	3,358	-4,860	11,180	-0,935	1,220	3,625	49
Gn	Lateral (X)	-0,507	[-1,24 ; 0,23]	2,563	-7,260	4,980	-2,005	-0,630	1,125	49
	Vertical (Y)	0,751	[0,14 ; 1,37]	2,140	-5,280	5,410	-0,585	0,880	1,995	49
	Profundidade (Z)	-0,651	[-1,24 ; -0,07]	2,040	-6,880	3,340	-2,185	-0,380	0,830	49
N	Lateral (X)	-0,042	[-0,28 ; 0,19]	0,818	-2,240	1,740	-0,460	0,060	0,470	49
	Vertical (Y)	0,217	[-0,12 ; 0,56]	1,180	-3,370	3,350	-0,420	0,280	0,815	49
	Profundidade (Z)	0,016	[-0,68 ; 0,72]	2,433	-4,860	7,460	-1,260	-0,180	1,390	49
Op	Lateral (X)	0,056	[-0,08 ; 0,19]	0,482	-1,740	1,740	-0,200	-0,010	0,250	49
	Vertical (Y)	0,518	[0,26 ; 0,77]	0,890	-1,510	2,310	-0,115	0,340	1,140	49
	Profundidade (Z)	0,040	[-0,06 ; 0,14]	0,359	-0,600	1,870	-0,100	0,010	0,115	49
Pg	Lateral (X)	-0,426	[-1,14 ; 0,29]	2,475	-6,540	4,930	-1,825	-0,370	1,095	49
	Vertical (Y)	0,255	[-0,23 ; 0,74]	1,675	-5,750	4,140	-0,450	0,330	1,070	49
	Profundidade (Z)	-0,135	[-0,98 ; 0,71]	2,939	-9,620	6,970	-1,530	-0,290	1,620	49
S	Lateral (X)	0,066	[-0,09 ; 0,22]	0,529	-1,040	1,080	-0,395	0,120	0,490	49
	Vertical (Y)	0,317	[0,04 ; 0,59]	0,958	-2,280	2,170	-0,235	0,290	0,980	49
	Profundidade (Z)	-0,172	[-0,45 ; 0,11]	0,985	-2,510	1,940	-0,740	-0,140	0,410	49
TS	Lateral (X)	0,027	[-0,12 ; 0,18]	0,527	-0,930	1,210	-0,355	0,070	0,460	49
	Vertical (Y)	0,180	[-0,22 ; 0,58]	1,395	-6,460	2,780	-0,325	0,360	0,805	49
	Profundidade (Z)	0,057	[-0,36 ; 0,48]	1,464	-2,820	5,350	-0,880	-0,240	0,710	49

Tabela 5.5 – Distribuição das diferenças das 1ª. e 2ª. mensurações das coordenadas por faixas, segundo posições

	Ba		CE		Gn		N		Op		Pg		S		TS	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Lateral	49	100,0	49	100,0	49	100,0	49	100,0	49	100,0	49	100,0	49	100,0	49	100,0
---- -2	0	0,0	0	0,0	12	24,5	1	2,0	0	0,0	11	22,4	0	0,0	0	0,0
-2 ---- -1	0	0,0	2	4,1	10	20,4	4	8,2	1	2,0	10	20,4	2	4,1	0	0,0
-1 ---- 1	49	100,0	46	93,9	14	28,6	41	83,7	47	95,9	15	30,6	46	93,9	48	98,0
1 ---- 2	0	0,0	1	2,0	5	10,2	3	6,1	1	2,0	6	12,2	1	2,0	1	2,0
2 ----	0	0,0	0	0,0	8	16,3	0	0,0	0	0,0	7	14,3	0	0,0	0	0,0
Vertical	49	100,0	49	100,0	49	100,0	49	100,0	49	100,0	49	100,0	49	100,0	49	100,0
---- -2	0	0,0	32	65,3	4	8,2	1	2,1	0	0,0	2	4,1	1	2,0	2	4,1
-2 ---- -1	0	0,0	5	10,2	3	6,1	9	18,4	2	4,1	4	8,2	4	8,2	2	4,1
-1 ---- 1	49	100,0	5	10,2	20	40,8	31	63,3	32	65,3	30	61,2	32	65,3	37	75,5
1 ---- 2	0	0,0	1	2,0	10	20,4	5	10,2	12	24,5	7	14,3	11	22,4	5	10,2
2 ----	0	0,0	6	12,2	12	24,5	3	6,1	3	6,1	6	12,2	1	2,0	3	6,1
Profundidade	49	100,0	49	100,0	49	100,0	49	100,0	49	100,0	49	100,0	49	100,0	49	100,0
---- -2	0	0,0	6	12,2	14	28,6	7	14,3	0	0,0	9	18,4	1	2,0	2	4,1
-2 ---- -1	0	0,0	6	12,2	5	10,2	7	14,3	0	0,0	12	24,5	9	18,4	6	12,2
-1 ---- 1	49	100,0	12	24,5	20	40,8	21	42,9	48	98,0	12	24,5	34	69,4	31	63,3
1 ---- 2	0	0,0	6	12,2	7	14,3	6	12,2	1	2,0	7	14,3	5	10,2	6	12,2
2 ----	0	0,0	19	38,8	3	6,1	8	16,3	0	0,0	9	18,4	0	0,0	4	8,2

Tabela 5.6 – Correlação intraclasse entre a 1ª. e 2ª. mensurações por coordenada, segundo os pontos anatómicos

Posição	Coordenadas					
	x		y		z	
	Correlação Intraclasse	Intervalo de Confiança de 95%	Correlação Intraclasse	Intervalo de Confiança de 95%	Correlação Intraclasse	Intervalo de Confiança de 95%
Ba	0,032	[-0,25 ; 0,31]	0,033	[-0,25 ; 0,31]	0,230	[-0,05 ; 0,48]
CE	0,221	[-0,06 ; 0,47]	0,677	[0,49 ; 0,80]	0,929	[0,88 ; 0,96]
Gn	0,581	[0,36 ; 0,74]	0,985	[0,97 ; 0,99]	0,989	[0,98 ; 0,99]
N	0,504	[0,26 ; 0,69]	0,989	[0,98 ; 0,99]	0,978	[0,96 ; 0,99]
Op	0,021	[-0,26 ; 0,30]	0,947	[0,91 ; 0,97]	-0,112	[-0,38 ; 0,17]
Pg	0,599	[0,39 ; 0,75]	0,991	[0,99 ; 1,00]	0,977	[0,96 ; 0,99]
S	0,135	[-0,15 ; 0,40]	0,992	[0,99 ; 1,00]	0,990	[0,98 ; 0,99]
TS	-0,006	[-0,28 ; 0,27]	0,952	[0,92 ; 0,97]	0,984	[0,97 ; 0,99]

A Tabela 5.7 apresenta as médias das diferenças entre as variações entre as 2 mensurações de S e TS. Não foram verificadas diferenças nas médias das variações entre as 2 mensurações de S e TS em todas as coordenadas lateral ($p=0,4665$), vertical ($p=0,3171$) e profundidade ($p=0,0603$).

Tabela 5.7 – Medidas-resumo da diferença entre as variações entre as 2 mensurações de S e TS e teste t de Student

Diferença entre S e TS	Diferença Média entre S e TS das diferenças da 1a. e 2a. mensuração	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de Confiança de 95%	t	p
Lateral	0,039	0,368	0,053	[-0,07 ; 0,14]	0,73	0,4665
Vertical	0,137	0,951	0,136	[-0,14 ; 0,41]	1,01	0,3171
Profundidade	-0,228	0,831	0,119	[-0,47 ; 0,01]	-1,92	0,0603

Inclinação do Eixo Y e Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio

A Tabela 5.8 apresenta as medidas-resumo das inclinações do Eixo Y (S-GN) e Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio (TS-Pg) da 1ª e 2ª mensuração. Verifica-se conforme a Tabela 5.9, ótimas correlações intraclasse para a inclinação de Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio (0,937) e para a inclinação do Eixo Facial (0,914).

De acordo com a Tabela 5.10, as correlações de Pearson entre as inclinações do Eixo Y e Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio se mostraram fortes tanto na primeira mensuração (0,965) como na segunda (0,972).

Tabela 5.8 – Medidas-resumo das inclinações do Eixo Y (S-GN) e Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio (TS-Pg) da 1ª e 2ª. mensuração

Inclinação	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	1o. Quartil	2o. Quartil (Mediana)	3o. Quartil	N
Ang S-Gn1	66,294	6,840	51,600	77,600	60,950	66,900	71,300	49
Ang S-Gn2	66,100	7,275	51,300	79,400	62,250	66,700	71,750	49
Ang TS- Pg1	67,006	6,690	53,800	77,500	61,950	68,000	71,650	49
Ang TS- Pg2	66,882	6,970	53,800	81,200	62,350	66,700	71,300	49

Tabela 5.9 – Correlação intraclasse entre a 1ª. e 2ª. mensuração das inclinações do Eixo Y (S-GN) e Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio (TS-Pg)

	Correlação Intraclasse	Intervalo de Confiança de 95%
Ang S-Gn	0,914	[0,85 ; 0,95]
Ang TS- Pg	0,937	[0,89 ; 0,96]

Tabela 5.10 – Correlação de Pearson entre a 1ª. e 2ª. mensuração das inclinações do Eixo Y (S-GN) e Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio (TS-Pg)

	Ang S-Gn1	Ang S-Gn2	Ang TS- Pg1	Ang TS- Pg2
Ang S-Gn1	1,000			
Ang S-Gn2	0,915**	1,000		
Ang TS- Pg1	0,965**	0,924**	1,000	
Ang TS- Pg2	0,910**	0,972**	0,936**	1,000

** significante a 1%

Para descrever a inclinação do Eixo Y em função da inclinação da Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio adotou-se um modelo de regressão linear simples descrito pela equação abaixo:

$$\text{AngS-Gn}_i = \beta_0 + \beta_1 \text{AngTS-Pg}_i + \varepsilon_i$$

onde

$$i = 1, \dots, 49$$

Ang S - Gn_i - Inclinação do Eixo Facial do crânio i;

β_0 - Intercepto - Valor da inclinação do Eixo Y quando a inclinação da Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio é zero;

β_1 - Efeito da inclinação da Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio sob o Eixo Y;

$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ - erro aleatório com distribuição normal e variância σ^2 – corresponde à parte do valor da inclinação do Eixo Y não explicada pela inclinação da Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio.

A tabela 5.11 apresenta as estimativas do modelo de regressão. Analisando-se os resíduos do modelo (diferença entre o valor observado e estimado pelo modelo) não se verificaram valores atípicos (inferiores a -3 ou superiores a 3) e nem fuga da normalidade via teste de Kolmogorov-Smirnov ($p = 0,875$).

O modelo 1 com intercepto apresentou um coeficiente de determinação de 93,2%, indicando que 93,2% do comportamento da inclinação do eixo Y foi explicada pela inclinação da Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio apontando um ótimo grau de explicação. Entretanto, pelo fato do intercepto não ter sido significativo, ajustou-se também um modelo sem intercepto (Modelo 2). Desta forma o modelo final estimado é dado por:

$$\text{Ang } \ddot{S} - \text{Gn}_i = 0,989 \text{ Ang } TS - \text{Pg}_i$$

Assim, de acordo com o modelo ajustado, a inclinação do eixo Y corresponde a 98,9% da inclinação da Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio.

Tabela 5.11 – Estimativas do modelo de regressão linear – 1ª. mensuração

Modelos		Coefficiente	Erro Padrão	t	P	Intervalo de Confiança de 95%
Modelo 1 ^(a)	Contante	0,162	2,624	0,06	0,951	[-5,117 ; 5,44]
	Ang TS- Pg	0,987	0,039	25,33	<0,001	[0,909 ; 1,065]
Modelo 2	Ang TS- Pg	0,989	0,004	260,877	< 0,001	[0,982 ; 0,997]

^(a) $R^2 = 93,2\%$

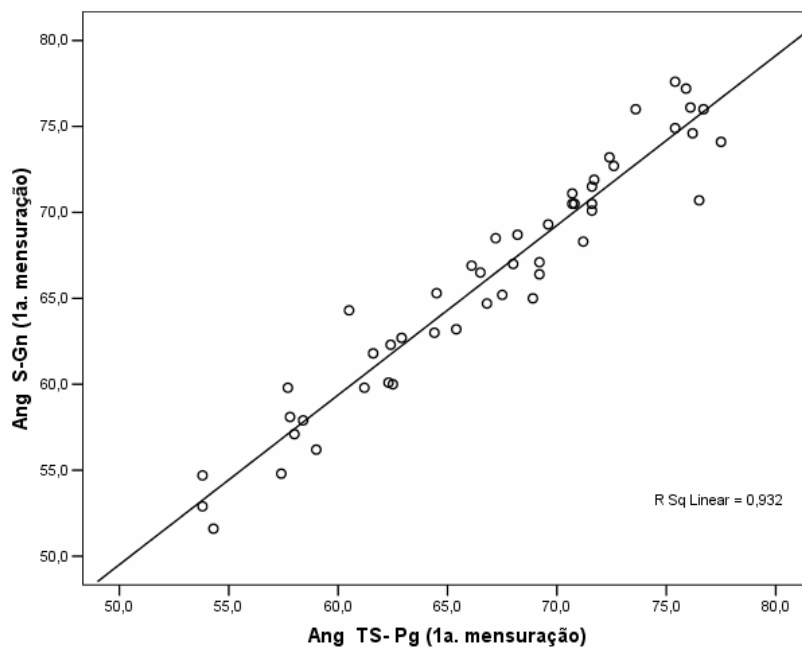


Gráfico 5.1 - Gráfico de dispersão entre a inclinação do eixo Y e a inclinação da Linha entre os pontos Tubérculo da Sela e Pogônio

Inclinação da linha Orbitomeática (Horizontal de Frankfurt) com relação a linha Básio-Opístio

A Tabela 5.12 apresenta as medidas-resumo da inclinação da linha Orbitomeática (Horizontal de Frankfurt) com relação a linha Básio-Opístio. São apresentados também os percentis 5 e 95 e os coeficientes de variação (razão entre o desvio padrão e a média). Além disso, tanto as mensurações do 1º. momento como do 2º. momento não apresentaram fuga da normalidade via teste de Kolmogorov-Smirnov ($p=0,994$ e $p=0,996$, respectivamente).

O gráfico 5.2 apresenta o diagrama de Box-Plot da Inclinação da linha orbitomeática (Horizontal de Frankfurt) com relação a linha Básio-Opístio no qual se observa um valor distoante na 1ª. mensuração (crânio 14 – cód. 112*).

A correlação intraclasse intra observador entre as duas mensurações foi de 0,920 ([0,863 ; 0,954]) indicando uma ótima correlação intra observador.

No gráfico 5.3 observamos os valores dos ângulos distribuídos, demonstrando um comportamento em uma curva de normalidade.

Tabela 5.12 - Medidas-resumo da inclinação da linha Orbitomeática (Horizontal de Frankfurt) com relação a linha Básio-Opístio por mensuração

	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Mínimo	Percentil 5	1o. Quartil	2o. Quartil (Mediana)	3o. Quartil	Percentil 95	Máximo	N
HF/Ba-Op em graus 1a. mens.	96,767	5,658	0,058	86,200	87,200	93,400	96,600	100,800	107,050	113,500	49
HF/Ba-Op em graus 2a. mens.	96,624	5,751	0,060	83,600	86,850	93,050	96,500	100,850	106,700	110,800	49

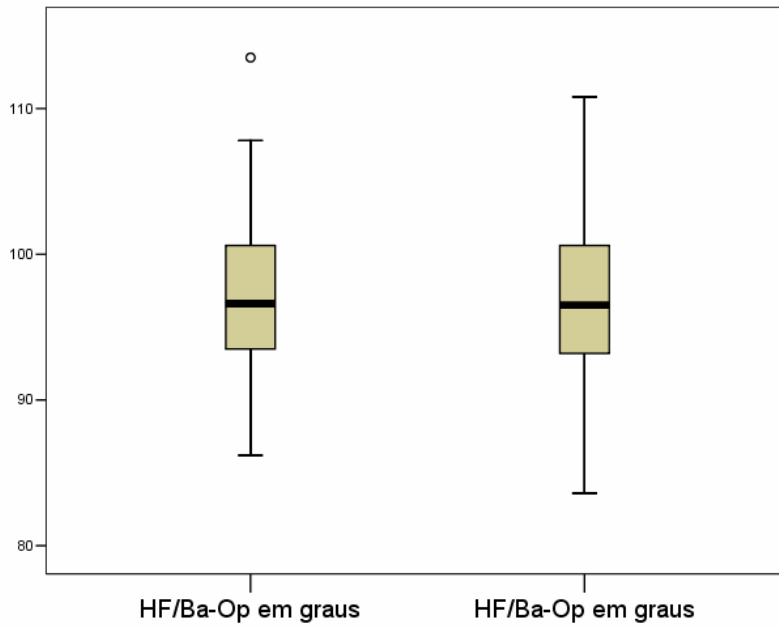


Gráfico 5.2 – Box-Plot da inclinação da linha Orbitomeática (Horizontal de Frankfurt) com relação a linha Básio-Opístico por mensuração

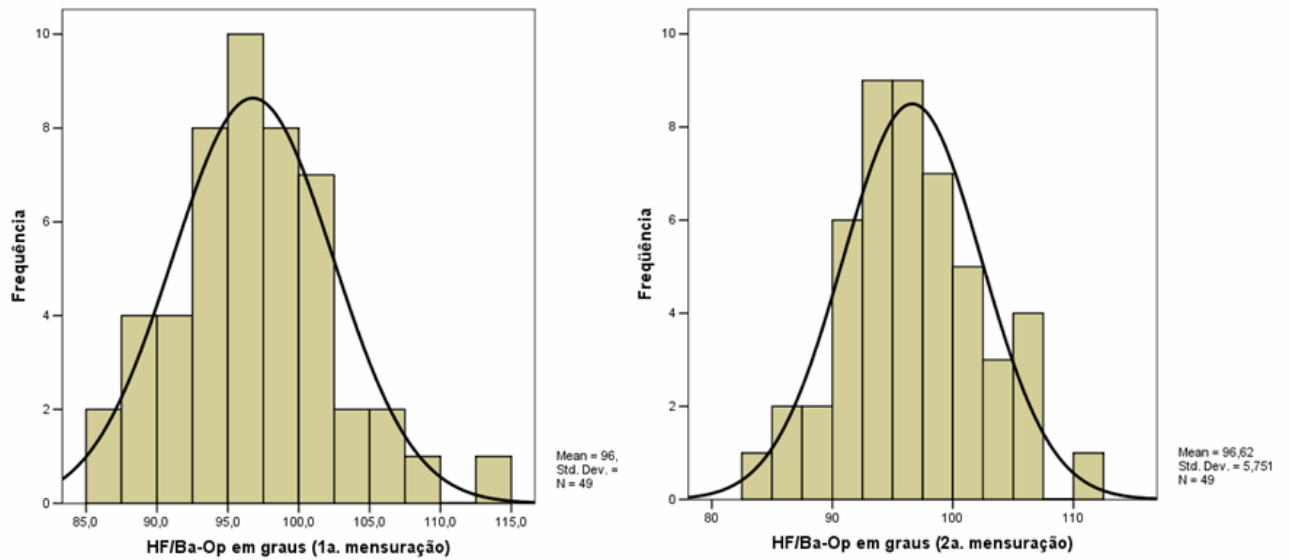


Gráfico 5.3 – Histograma da Inclinação da linha Orbitomeática (Horizontal de Frankfurt) com relação a linha Básio-Opístico por mensuração

6 DISCUSSÃO

Neste capítulo confrontaremos nossos achados com os dos autores citados na pesquisa, demonstrando nossas semelhanças e diferenças e opinando a respeito dos resultados obtidos. Apresentaremos nossa discussão da seguinte maneira: considerações sobre o uso da tecnologia de TC e TCFC e a aplicação em imagens para Ortodontia. A aplicabilidade do cefalostato virtual, seus benefícios e suas desvantagens. Pontos anatômicos, a sua reprodutibilidade, as variações e em quais eixos apresentam as diferenças das mensurações. A comparação da utilização do ponto Sela e do Ponto Tubérculo da Sela (TS). A comparação do eixo Y de crescimento com o proposto eixo TS-Pog.

Tomografia Computadorizada (TC) X Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico (TCFC)

É reconhecida a importância da utilização da tecnologia da Tomografia Computadorizada (TC) na Odontologia, principalmente com o desenvolvimento das imagens tridimensionais (3D) na avaliação do complexo maxilomandibular (CITARDI et al., 2001; CONNOR et al., 2007; FUHRMANN, 2002; FRÜHWALD et al., 2008; HAYASHI, 2003; LOPES et al., 2008; OLSZEWSKI et al., 2007; PAPADOPOULOS et al., 2005; PARK et al., 2006; SOUMALAINEN et al., 2008; SWENNEN ; SCHUTYSER, 2006; VINCHON et al., 2007; WITHEROW et al., 2008), entre suas vantagens os autores citam seu uso em pacientes com assimetrias faciais (BAEK et al., 2007; HWANG et al., 2006; KAMIISHI; MIYASATO; KOSAKA ,2007; KATSUMATA et al., 2005; KWON et al., 2006; MAEDA et al., 2006; SURI et al., 2008; UEKI et al., 2006) , devido a não sobreposição das imagens das estruturas

bilaterais, a ausência ou a mínima magnificação e distorção, a possibilidade de visão em vários ângulos, alta resolução das imagens, precisão em medidas lineares e angulares, possibilidade de criação de cefalogramas bidimensionais laterais e frontais, entretanto, citam as limitações ao seu uso, devido ao alto custo dos exames, a exposição a altas doses de radiação (KUMAR et al., 2008; SOUMALAINEN et al., 2008) e difícil acesso ao paciente, pois esses equipamentos normalmente encontram-se dentro de hospitais (CONNOR et al., 2007).

Com o surgimento, em 1998 (QUERESHY; SAVELL; PALOMO, 2008), da tecnologia das Tomografias Computadorizadas por Feixe Cônico (TCFC) para uso odontológico, as desvantagens acima relacionadas passam a não mais existir. As TCFC podem capturar imagens desde pequenas regiões de interesse até o total do complexo craniofacial, através de uma única rotação ou duas (iCat no escaneamento total) em um curto período de tempo de escaneamento (de 10 a 70 segundos) e a grande redução de artefatos devido às restaurações metálicas (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006; SWENNEN ; SCHUTYSER, 2006), com um total de exposição a radiação, em torno de 20% das CT, chamadas de convencionais, e com dose equivalente ao exame periapical de boca completa (KUMAR et al., 2007; KAU, 2005; QUERESHY; SAVELL ; PALOMO, 2008;). Ludlow, Davies-Ludlow e Brooks (2003) e Ludlow et al. (2007) afirmaram que o risco a exposições a doses de radiação em TCFC equivale a três a sete vezes o risco de exposição de uma radiografia panorâmica, dependendo da área a ser examinada. Além de tudo a facilidade no manejo do próprio equipamento e dos programas de manipulação de imagem com possibilidade de ser realizado em computadores pessoais (HALAZONETIS, 2005; VANNIER, 2003).

Acrescentamos aqui a facilidade de comunicação, quando esses exames são editados e laudados por profissionais da mesma área.

Connor et al. (2007) e Soumalainen et al. (2008) utilizaram as TC com redução de dose de radiação na tentativa de viabilizar o seu uso em planejamento de implante e na identificação de pontos anatômicos no crânio, respectivamente e sugerem que o uso das TC deverá ser considerado para grandes áreas de implantes, mas na avaliação dos pontos anatômicos, usados em cefalometria, a precisão foi baixa. Esses autores, entretanto não conseguiram reproduzir a mesma qualidade de resultados com as baixas dosagens. Portanto, isto, nos direciona ao uso das TCFC em imagens craniofaciais, pois conseguimos alta precisão associada a baixo custo, baixo risco e fácil acesso (VANNIER, 2003).

Maki et al. (2003) exalta a melhor resolução vertical das TCFC do que das TC convencionais.

Avaliando-se o uso da Tomografia Computadorizada e a sua aplicabilidade na Ortodontia verificamos uma série de trabalhos que validam tal uso.

As TCFC em Odontologia abrangem a totalidade das especialidades (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006), com ênfase na Implantodontia e nas Cirurgias Ortognáticas e de alterações patológicas (SURI et al., 2008) e nos últimos anos a Ortodontia tem avançado na direção das imagens 3D.

Dentro da Ortodontia encontramos inúmeros problemas clínicos que muitas vezes necessitam de outros exames que não só a telerradiografia lateral e a radiografia panorâmica, exames padrão, no tratamento ortodôntico (HALAZONETIS, 2005). Presença de dentes retidos e supranumerários (FARMAN ; SCARFE, 2006; KAU et al., 2005) e a relação deles com as raízes dos dentes adjacentes

(HALAZONETIS, 2005). Problemas de ATM podem ser avaliados antes ou após tratamento ortodôntico (HILGERS et al., 2005; KAU et al., 2005), patologias maxilomandibulares, avaliação de local para a colocação de implantes para ancoragem na região paramediana palatal (KING et al., 2006), avaliação quanto a sustentabilidade do dente no osso alveolar, por tudo isso, muitas vezes justifica seu uso em ortodontia, pois as possibilidades de avaliação diagnóstica com um único exame são inúmeras.

Nem todos os equipamentos de TCFC permitem o uso na avaliação cefalométrica do complexo craniofacial, devido ao campo de visão que o equipamento disponibiliza. Para uso em Ortodontia, Kau et al. (2005), Moshiri et al. (2007) e Quereshy, Savell e Palomo (2008), citam que os equipamentos como NewTom 3G (QR-DVT 9000 - Aperio Inc Verona, Italia), iCat (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa), MercuRay (Hitachi Medico Technology, Tokyo, Japan), Iluma (Imtec Imaging, Ardmore, Okla), Dental CBCT (TeraRecon Inc, San Mateo, CA), são os mais indicados, sendo que nos quatro últimos o paciente faz o exame sentado e no ProMax 3D (Planmeca Oy, Helsinki, Finland), e Sirona Galileos (Sirona Dental Systems North America, Charlotte, NC) o exame é realizado em pé e portanto no caso de avaliação dos tecidos moles, as imagens são obtidas no sentido de posicionamento natural do indivíduo (SWENNEN ; SCHUTYSER, 2006). Apesar do campo de visão limitado (30x40mm) com o equipamento 3DX Accuitomo (J. Morita Inc, Tokyo, Japan) Hueman et al. (2007) conseguiram avaliar com precisão a localização do Tubérculo Geniano em casos de osteotomia mandibular em cirurgia de avanço do músculo genioglosso. Nakajima et al. (2005) também utilizaram TCFC com campo limitado na avaliação de dentes inclusos e até mesmo em ATM.

Swennen e Schutyser (2006) propõem a cefalometria com TC como uma ponte entre a cefalometria convencional e as mais modernas técnicas de imagem craniofacial e sentenciam ser utilizada, a cefalometria com TCFC, como rotina em avaliações craniofaciais no futuro.

Com o intuito de aprimorar o diagnóstico em Ortodontia com o uso da TCFC iniciaram-se os estudos para o emprego desta tecnologia e Farman e Scarfe (2006) desenvolvem os critérios de seleção levando-se em consideração a menor dose de radiação possível para um melhor diagnóstico. Propõem uma ponte entre os cefalogramas bidimensionais, onde os dados da população em geral estão disponíveis e as imagens tridimensionais, fazendo o uso da transformação das imagens 3D em cefalogramas bidimensionais.

Obter cefalogramas 2D de imagens 3D, parece encurtar um caminho longo a ser trilhado, que é a obtenção e validação de valores dentro de padrões individuais em 3D nas diversas faixas etárias (KUMAR et al., 2007, 2008).

Cevidanes et al. (2009) e Kumar et al. (2007, 2008), sintetizaram cefalogramas 2D de imagens 3D. Farman e Scarfe (2006) e Moshiri et al. (2007)), utilizaram 3 formas diferentes, a partir da imagem de posicionamento (Scout), da somatória das imagens obtidas no escaneamento (Ray-sum) e imagem pósterio-ânterior (PA) e imagem lateral com menor distorção entre as estruturas bilaterais, para sintetizar os cefalogramas 2D a partir de TCFC. Hilgers et al. (2005) também utilizaram imagens 2D em norma lateral, coronal (PA) e basal (submentovertex), obtidas com TCFC na avaliação de ATM.

Pontos Anatômicos, Medidas Lineares e Angulares

Sendo os pontos medianos do crânio os que sofrem menores possibilidades de deformidades, estes foram eleitos para a determinação dos planos de referência. Já o plano Horizontal de Frankfurt (HF), ou plano Orbitomeático, que se orienta através dos pontos Pório (Po – Ponto mais superior do Poro Acústico Externo) direito e esquerdo e o ponto Orbitário (Or) esquerdo e por esses pontos localizarem-se em planos laterais, pensamos também serem passíveis de sofrer maiores deformidades, sendo assim, em análises de assimetrias faciais em tomografia computadorizada, deveriam ser eleitos, pontos mais medianos. Com isso, acreditamos que indivíduos que apresentem assimetrias faciais, nas quais os pontos de referência do plano orbitomeático possam ter sofrido grandes alterações, possam ser beneficiados em avaliações pré-cirúrgicas e ortodônticas, de maneira mais precisa, através dos pontos medianos.

O ponto TS foi sugerido com a proposta de substituição ao ponto S, pois este, apesar de ser na linha mediana é um ponto virtual, o que poderia incorporar falta de exatidão na localização tridimensional e tornar sua marcação difícil de ser reproduzida.

O ponto Ínio (I – ponto mais proeminente da protuberância occipital externa), que normalmente é utilizado na identificação do plano sagital mediano, foi também descartado por ser um ponto muito posterior do crânio, o que poderia dificultar sua captura durante a aquisição, pois a janela máxima do equipamento atinge 160 mm em diâmetro, e a sua captura poderia causar perda de algum ponto anterior da face que tem uma importância maior nas mensurações destinadas à ortodontia. Outro motivo de descarte é que, sendo ponto muito superficial do crânio, estaria em região

passível de sofrer deformações, mais facilmente do que pontos internos do crânio em casos, por exemplo, de assimetrias faciais de plagiocefalias.

A precisão de medidas lineares e angulares foi amplamente testada em comparação com medidas em modelos virtuais 3D obtidos por TC, por estereolitografia (FRÜHWALD et al., 2008) e medidas com paquímetro em modelos reais. Stratemann et al. (2008), encontraram pequena distorção entre medidas verticais e transversais assim como entre medidas sagitais e transversais. Periago et al. (2008) encontraram diferenças menores do que 2 mm em 90% das medidas lineares. Kumar et al. (2008) encontraram diferença significativa entre o ângulo plano HF e o plano mandíbula. Em apenas 16% dos cefalogramas a diferença foi menor do que 2 graus. Moshiri et al. (2007) encontraram significante diferença em medidas lineares entre os pontos Pog-Go, Go-Co e Go-M e encontraram diferenças que variaram de 2 a 5 mm entre cefalogramas convencionais e cefalogramas originados de TCFC. Kumar et al. (2007) sugeriram que o uso de cefalogramas com projeção ortogonal promovem maior precisão do que projeções em perspectiva, que imitam radiografias laterais em medidas no plano sagital mediano. Kwon et al. (2006) encontrou diferenças entre 1.4 mm, 1.0 mm, 1.3 mm para o eixo transversal (x), coronal (y), e sagital (z), respectivamente, enquanto a diferença das medidas angulares foi de 1,628°. Também para ATM foi encontrada maior precisão nas medidas com TCFC do que com radiografias cefalométricas, quando comparados com medidas reais (HILGERS et al., 2005). Lascala, Panella e Marques (2004) encontraram, que medidas reais nos crânios foram sempre maiores do que as medidas das TCFC. Entretanto, essas diferenças só foram estatisticamente significantes em medidas tomadas nas partes internas da base do crânio. Já Citardi et al. (2001) afirmam que as TC fornecem acurada medição craniomaxilofacial e da

base do crânio, e que análises obtidas através da TC oferecem vantagens sobre as análises cefalométricas tradicionais e sobre a dissecação anatômica. Vale aqui lembrar a importância dos protocolos utilizados como tamanho do voxel, espessura dos cortes e espaçamento entre eles, que nas reconstruções podem interferir na qualidade final das imagens.

Quanto à possibilidade de uso do Cefalostato Virtual, encontramos variáveis importantes no seu desenvolvimento.

Como fator importante temos o posicionamento do crânio no momento em que se realizam as mensurações. Apesar de não influenciar nos valores das medidas (LUDLOW et al., 2007), ele é importante na reposicionamento do crânio em avaliações longitudinais. Diante disto, alguns autores propuseram diversos posicionamentos com o intuito de padronizar sua orientação antes das mensurações. Até mesmo o uso de um cefalostato não metálico foi sugerido para poder padronizar a orientação da cabeça no momento do exame de TC (SURI et al., 2008).

Cevidanes et al. (2009) simularam o posicionamento natural da cabeça através do eixo visual e o posicionamento por planos determinados por pontos anatômicos intracranianos. Plano horizontal de Frankfurt (HF) definido pelos pontos, Po direito e esquerdo e Or direito e esquerdo. O plano sagital mediano definido pelos pontos Na, ENA e Ba. E o plano “transporionico”, determinado pela linha através dos Po direito e esquerdo, perpendicular ao plano HF. O volume 3D foi reorientado até que o plano HF estivesse paralelo à base horizontal e o plano “transporionico” e o sagital mediano estivessem orientados verticalmente e o

cruzamento do plano HF com o plano “transporionico” foi determinado como o centro do sistema de coordenadas (OLIVEIRA et al., 2009).

Baek et al. (2007) utilizaram como referências os planos HF, perpendicular a ele passando por Cg (Crista Galli) e CI (Processo Clinóide Anterior) e perpendicular ao HF passando através da parte mais anterior da margem dos forames ovais direito e esquerdo.

Connor et al. (2007) utilizaram para a determinação do plano sagital mediano os pontos Sela, Crista Galli (atual Crista Etmoidal) e Básio e perpendicular a ele e paralelo e perpendicular ao plano palatal determinaram os outros planos de referência transversal e coronal.

Vinchon et al. (2007) orientaram as imagens através de uma linha baseada nos canais semicirculares laterais, na determinação do plano horizontal. Consideraram três planos: ântero-posterior (eixo x) paralelo ao canal semicircular; o eixo vertical (eixo Y) perpendicular ao canal semicircular e a linha entre os dois canais semicirculares (linha de Perez) como eixo z. A intersecção desses três eixos na metade da linha entre os dois vestíbulos como ponto zero, origem do sistema Vestibular. Com este sistema de coordenadas, pontos anatômicos foram medidos em relação aos três eixos e suas posições podem ser comparadas em diferentes estágios, já que essas referências não são alteradas nem pelo crescimento e nem por cirurgias. Já Lagraverre et al. (2006) propõe o ponto ELSA, ponto médio entre os dois forames espinhosos, além dele, os pontos Poro Acústico Externo (PAE) direito e esquerdo e dorso médio do Forame Magno (DMFM). Para orientação do crânio foi usado um sistema de coordenadas e o plano axial-horizontal (x-y) foi determinado pelos pontos PAEd (Poro Acústico Externo direito) e PAEe (Poro Acústico Externo

esquerdo) e o ponto ELSA sendo o ponto zero do sistema de coordenadas. O plano sagital-vertical (plano z) foi determinado perpendicular ao plano x-y passando por ELSA e DMFM. Porque todos os pontos estão localizados em estruturas que não são significativamente afetadas pelo crescimento após os cinco anos de idade, estes planos são adequados para padronizar a orientação de imagens.

Farman e Scarfe (2006) utilizaram como plano de referência para o posicionamento os seguintes planos: para o plano sagital mediano, utilizaram o ponto S, uma linha paralela ao septo nasal e fazendo a bissetriz do forame magno, para o plano coronal utilizaram como referência a margem posterior da cavidade orbitária e para o plano transversal usaram uma linha paralela ao palato duro e perpendicular aos outros dois planos.

Hwang et al. (2006) utilizaram como pontos de referência para um sistema de coordenadas, no plano sagital mediano os pontos Op, Cg e ENA, na norma sagital o plano horizontal de Frankfurt serviu como referência e em norma transversal utilizaram o plano mandibular orientado pelos pontos Antegônio (Ag) direito e esquerdo e o ponto Mental (Me – ponto mais inferior na sínfise da mandíbula).

King et al. (2006) utilizaram para a localização do plano sagital mediano, como referência a bissetriz ao Forame Incisivo e ao Processo Odontóide do Axis. Alegando que quanto mais distantes as estruturas, menor é o erro encontrado na determinação da linha na presença de assimetria.

Kwon et al. (2006), para estabelecer um padrão de orientação da estrutura craniofacial, criaram planos de referência (transversal, sagital e coronal). O plano transversal (plano xy) foi definido como um plano passando bilateralmente pelo Pório (Po) e Orbitário (Or) esquerdo. O plano sagital mediano (plano yz) foi definido como

um plano perpendicular ao plano transversal que passa através da Crista Galli (Cg) e no meio do Processo Clinóide Anterior (CI). Finalmente, um plano perpendicular ao plano transversal e ao plano sagital, incluindo o Opístio (Op), foi definido como o plano coronal (plano zx).

Maeda et al. (2006) e Katsumata et al. (2005) determinaram os planos de orientação através dos pontos S, N e Dent (ponto mais superior do processo odontóide) para o plano sagital mediano, perpendicular a ele passando pelo ponto S e pelo ponto N o plano transversal e perpendicular a eles dois passando pelo ponto S determinaram o plano coronal, diferentemente Katsumata et al. (2005) determinaram o plano coronal passando pelo ponto Dent.

Park et al. (2006) criaram um plano de referência horizontal paralelo ao plano HF passando por Násio (N). Um plano sagital mediano perpendicular ao plano horizontal passando também por N e pelo sulco pré-quiasmático (P = ponto médio vertical e transversal no sulco pré-quiasmático) e um plano coronal, perpendicular ao plano sagital mediano e ao horizontal passando pelo ponto Na.

Hayashi (2003) utilizou um sistema de coordenadas onde o eixo X (ântero-posterior) foi definido como uma linha paralela ao plano FH, passando pelo ponto S. O eixo Y (ínfero-superior) foi definido como uma linha perpendicular ao eixo X, passando pelo ponto S. O eixo Z (látero-lateral) foi definido como uma linha perpendicular aos eixos X e Y também passando pelo ponto S.

Baumrind et al. (2003) utilizaram o plano HF em norma sagital como referência e perpendicular a ele passando através do ponto Orbitário direito e determinaram como sendo o plano coronal e perpendicular aos dois passando pelo ponto Orbitário direito ficou definido como o plano transversal.

Propomos aqui um sistema de coordenadas para o posicionamento de todos os exames cranianos que chamamos de Cefalostato Virtual. Conseguindo assim, o mesmo efeito que os cefalostatos produzem nas radiografias cefalométricas, reprodutibilidade no posicionamento para acompanhamento longitudinal na avaliação diagnóstica e no acompanhamento do resultado dos tratamentos e do crescimento. Orientamo-nos através de pontos internos do crânio, pois sabemos que esses pontos são os que menores deformidades sofrem em deformações craniofaciais, cirurgias e até mesmo em traumas, podendo ser utilizados como referência em casos de grandes assimetrias faciais, como em síndromes e plagiocefalias. Acreditamos ser o nosso sistema o mais seguro, posto que, todos os outros sistemas utilizam-se de pontos externos que são passíveis de sofrerem alteração com essas deformidades (SURI et al., 2008). Deixando, portanto, de serem referências seguras na obtenção de planos de orientação. Falamos aqui dos planos HF, que apesar da grande utilidade clínica, utilizam-se de três referências externas, tais quais: o ponto Or (esquerdo) e os pontos Po (direito e esquerdo). Assim como o eixo “transporionico” que, igualmente, utiliza-se dos pontos Po.

A reprodutibilidade dos pontos anatômicos foi encontrada em todos os trabalhos de cefalometria 3D, diferentemente de nós que encontramos grande variabilidade de determinados pontos como Gn, Pog, CE, justificado pelo fato de não considerarmos referências tridimensionais bem definidas para a determinação desses pontos (OLIVEIRA et al., 2009), principalmente o ponto CE que poderia estar localizado em diferentes profundidades da estrutura, já que não determinamos um nível de corte coronal para sua localização e isto provoca variabilidade em profundidade na sua determinação.

No eixo X (transversal) foram encontradas as menores variabilidades (9,9%), apesar da correlação intraclasse ser pequena, entre os pontos marcados, à exceção dos pontos Gn e Pg, responsáveis por 99,9% das diferenças das medidas. Isto parece ser bem aceitável, pois a própria localização do ponto em uma estrutura sem um detalhamento anatômico marcante, pode induzir a essas variações.

No eixo Y (sagital) as diferenças acima de 1mm foram encontradas em (156) 39,7% das mensurações, o que pareceu ser um valor bastante alto. Em parte, isto é justificado pelo ponto CE, no qual houve falha na determinação de um ponto de corte coronal para a marcação. E a variabilidade do ponto N, parece estar relacionada com as diferenças aplicadas de contraste e brilho, o que faz com que muitas vezes a sutura pareça mais profunda e quando marcamos o ponto, este se localizar na parte interna da sutura. O ponto TS demonstrou menor variabilidade do que o ponto S neste eixo.

No eixo Z (coronal) as diferenças acima de 1mm foram encontradas em (165) 42,1% das mensurações e 73% dessas diferenças foram encontradas entre os pontos CE, Pg e Gn, o que, como exposto acima, foi explicado.

Um padrão encontrado, que se perpetua, foi a utilização do ponto S nas diversas cefalometrias 3D (CEVIDANES et al., 2009; CONNOR et al., 2007; FARMAN ; SCARFE, 2006; HAYASHI, 2003; KATSUMATA et al., 2005; KUMAR et al., 2007; KUMAR et al., 2008; MAEDA et al., 2006; MOSHIRI et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009; PERIAGO et al., 2008; SWENNEN ; SCHUTYSER, 2006; WITHEROW et al., 2008), desde que não é possível identificar as suas coordenadas no espaço, isso dificulta sua localização. O ponto Sela foi marcado entre os Processos Clinóides Anteriores no plano sagital mediano por Periago et al. (2008), Baek et al. (2007),

Olszewski et al. (2007) e Kwon et al. (2006). Singh, McNamara e Lazanoff (1997) citam a utilização do ponto TS (Tubérculo da Sela) em cefalometria da base do crânio no estudo de indivíduos classe III de Angle, usado para determinar de maneira gráfica a base craniana. Contrariando o que preconizam Kamiishi, Miyasato e Kosaka (2007) que consideram o ponto S fundamental em cefalometria. Park et al. (2006) utilizam o ponto P (Sulco pré-quiasmático), que é definido como o ponto médio transversal e vertical no sulco pré-quiasmático, tentando também propor um ponto anatômico ósseo nessa região.

Concordando com Halazonetis (2005), que propõem o uso de novos pontos anatômicos para cefalometria 3D, nós propomos o uso do ponto TS porque sendo um ponto localizado na estrutura óssea deveria ser um ponto mais preciso em comparação ao ponto S. Em nossos achados o ponto S sofre maior variabilidade do que o ponto TS, no eixo Y (profundidade) e no Z (vertical). O que poderia justificar sua substituição.

E para completar nosso trabalho e avaliar a aplicabilidade clínica para o ponto TS, comparamos as inclinações do eixo Y de crescimento, que utiliza os pontos S e Gn como referência, com um eixo criado através dos pontos TS e Pg, onde encontramos significativa associação entre as inclinações, podendo mesmo ser calculado um através do outro. Isto poderia permitir a supressão do uso do ponto S, pelo menos na determinação do eixo de crescimento, mesmo os pontos não tendo alta reprodutibilidade as inclinações encontradas nestes dois eixos foram altamente reprodutíveis, o que reforça o uso de medidas angulares em cefalometria.

Ao final, sugerimos que as definições dos pontos anatômicos devam seguir em direção de descritores tridimensionais (OLIVEIRA et al., 2009), não só como de

costume até hoje, que são descritos bidimensionalmente. Isso poderia contribuir para uma precisão maior na localização destes em imagens tridimensionais.

7 CONCLUSÕES

Diante dos achados e análise estatística parece-nos lícito concluir que:

- o uso do Cefalostato Virtual na orientação de Crânios em Tomografia Computadorizada é factível e poderia ser utilizado em novos estudos *in vivo*;
- apesar da baixa reprodutibilidade intra observador do pontos CE, Pg e Gn, novos critérios tridimensionais na definição destes pontos poderiam aumentar a precisão na sua localização;
- encontramos alta reprodutibilidade intra observador para os pontos Op, TS e N, demonstrando que os critérios anatômicos próprios das estruturas estudadas favorecem a sua determinação;
- o ponto TS apresentou maior reprodutibilidade do que o ponto S, embora esta diferença não tenha sido estatisticamente significativa, podendo-se substituir o ponto S pelo TS em estudos futuros;
- existe alta correlação entre a linha entre os pontos Tubérculo da Sela (TS) e Pogônio (Pg) e o Eixo Y (S-Gn), dada pela fórmula proposta no presente trabalho;
- a avaliação do comportamento da inclinação da linha orbitomeática (Horizontal de Frankfurt) com relação à linha Básio-Opístio é um método auxiliar efetivo no diagnóstico das alterações craniofaciais.

REFERÊNCIAS¹

Aboudara CA, Hatcher D, Nielsen IL, Miller A. A three-dimensional evaluation of the upper airway in adolescents Orthod Craniofac Res 2003;6 Suppl 1:173-5.

Baek SH, Cho IS, Chang YI, Kim MJ. Skeletodental factors affecting chin point deviation in female patients with class III malocclusion and facial asymmetry: a three-dimensional analysis using computed tomography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007;104(5):628-39.

Baumrind S, Carlson S, Beers A, Curry S, Norris K, Boyd RL. Using three-dimensional imaging to assess treatment outcomes in orthodontics: a progress report from the University of the Pacific Orthod Craniofac Res 2003;6 Suppl 1:132-42.

Cevidanes LH, Oliveira AEF, Motta A, Phillips C, Burke B, Tyndall D. Head Orientation in CBCT-generated Cephalograms. Angle Orthod 2009;79(5):971-7.

Cevidanes LH, Styner MA, Proffit WR. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129(5):611-8.

Citardi MJ, Herrmann B, Hollenbeak CS, Stack BC, Cooper M, Bucholz RD. Comparison of Scientific Calipers and Computer-Enabled CT Review for the Measurement of Skull Base and Craniomaxillofacial Dimensions. Skull Base 2001;1(11):5-10.

Connor SEJ, Arscott T, Berry J, Greene L, O'Gorman R. Precision and accuracy of low-dose CT protocols in evaluation of skull landmarks. Dentomaxillofac Radiol 2007;36(5):270-6.

¹ De acordo com Estilo Vancouver. Abreviatura de periódicos segundo base de dados MEDLINE.

Farman AG. Oral and maxillofacial radiology: the allegory of the cave revisited. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;105(2):133-5.

Farman AG, Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130(2):257-65.

Frühwald J, Schicho KA, Figl M, Benesch T, Watzinger F, Kainberger F. Accuracy of Craniofacial Measurements: Computed Tomography and Three-Dimensional Computed Tomography Compared With Stereolithographic Models. *J Craniofac Surg* 2008;19(1):22-6.

Fuhrmann RAW. Three-Dimensional Cephalometry and Three-Dimensional Skull Models in Orthodontic/Surgical Diagnosis and Treatment Planning. *Semin Orthod* 2002;8(1):17-22.

Halazonetis DJ. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127(5):627-37.

Hatcher DC, Aboudara CL. Diagnosis goes digital. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125(4):512-5.

Hayashi I. Morphological relationship between the cranial base and dentofacial complex obtained by reconstructive computer tomographic images. *Eur J Orthod* 2003;25(4):385-91.

Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128(6):803-11.

Hueman EM, Noujeim ME, Langlais RP, Prihoda TJ, Miller FR. Accuracy of cone beam computed tomography in determining the location of the genial tubercle. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;137(1):115-8.

Hwang HS, Hwang CH, Lee KH, Kang BC. Maxillofacial 3-dimensional image analysis for the diagnosis of facial asymmetry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130(6):779-85.

Kamiishi H, Miyasato Y, Kosaka M. Development of the 3D-cephalogram: technical note. *J Craniomaxillofac Surg* 2007;35(4-5):258-60.

Katsumata A, Fujishita M, Maeda M, Arijii Y, Arijii E, Langlais RP. 3D-CT evaluation of facial asymmetry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;99(2):212-20.

Kau CH, Richmond S, Palomo JM, Hans MG. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *J Orthod* 2005;32(4):282-93.

King KS, Lam EW, Faulkner MG, Heo G, Major PW. Predictive factors of vertical bone depth in the paramedian palate of adolescents. *Angle Orthod* 2006;76(5):745-51.

Kumar V, Ludlow JB, Cevidanes LHS, Mol A. In Vivo Comparison of Conventional and Cone Beam CT Synthesized Cephalograms. *Angle Orthod* 2008;78(5):873-9.

Kumar V, Ludlow JB, Mol A, Cevidanes L. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36(5):263-9.

Kwon TG, Park HS, Ryoo HM, Lee SH. A comparison of craniofacial morphology in patients with and without facial asymmetry - a three-dimensional analysis with computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2006;35(1):43-8.

Langlade, M. *Cefalometria ortodôntica*. São Paulo: Santos; 1993. cap I, p. 1-7.

Lagravere MO, Hansen L, Harzer W, Major PW. Plane orientation for standardization in 3-dimensional cephalometric analysis with computerized tomography imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129(5):601-4.

Lagravere MO, Major PW. Proposed reference point for 3-dimensional cephalometric analysis with cone-beam computerized tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128(5):657-60.

Lascalea CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33(5):291-4.

Lopes PML, Moreira CR, Perrella A, Antunes JL, Cavalcanti MGP. 3-D volume rendering maxillofacial analysis of angular measurements by multislice CT. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;105(2):224-30.

Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofac Radiol* 2003;32(4):229-34.

Ludlow JB, Laster WS, See M, Bailey LJ, Hershey HG. Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103(4):534-42.

Maeda M, Katsumata A, Aiji Y, Muramatsu A, Yoshida K, Goto S, et al. 3D-CT evaluation of facial asymmetry in patients with maxillofacial deformities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102(3):382-90.

Maki K, Inou N, Takanishi A, Miller AJ. Computer-assisted simulations in orthodontic diagnosis and the application of a new cone beam X-ray computed tomography. *Orthod Craniofac Res* 2003;6 Suppl 1:95-101; discussion 179-82.

Moshiri M, Scarfe WC, Hilgers ML, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132(4):550-60.

Nakajima A, Sameshima GT, Arai Y, Homme Y, Shimizu N, Dougherty H Sr. Two- and three-dimensional orthodontic imaging using limited cone beam-computed tomography. *Angle Orthod* 2005;75(6):895-903.

Ogawa T, Enciso R, Shintaku WH, Clark GT. Evaluation of cross-section airway configuration of obstructive sleep apnea. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103(1):102-8.

Oliveira AEF, Cevidanes LHS, Phillips C, Motta A, Burke B, Tyndall D. Observer reliability of three-dimensional cephalometric landmark identification on cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107(2):256-65.

Olszewski R, Zech F, Cosnard G, Nicolas V, Macq B, Reyhler H. Three-dimensional computed tomography cephalometric craniofacial analysis: experimental validation in vitro. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007;36(9):828-33.

Papadopoulos MA, Jannowitz C, Boettcher P, Henke J, Stolla R, Zeilhofer H-F, et al. Three-dimensional fetal cephalometry: An evaluation of reliability of cephalometric measurements based on three-dimensional CT reconstructions and on dry skulls of sheep fetuses. *J Craniomaxillofac Surg* 2005;33(4):229-37.

Park SH, Yu HS, Kim KD, Lee KJ, Balk HS. A proposal for a new analysis of craniofacial morphology by 3-dimensional computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129(5):600.e23-600.e34.

Periago DR, Scarfe WC, Moshiri M, Schetz JP, Silveira AM, Farman A. Linear Accuracy and Reliability of Cone Beam CT Derived 3-Dimensional Images Constructed Using an Orthodontic Volumetric Rendering Program. *Angle Orthod* 2008;78(3):387-95.

Quereshy FA, Savell TA, Palomo JM. Applications of Cone Beam Computed Tomography in the Practice of Oral and Maxillofacial Surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66(4):791-6.

Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 2006;72(1):75-80.

Singh GD, McNamara JA, Lozanoff S. Morphometry of the Cranial Base in Subjects with Class III Malocclusion. *J Dent Res* 1997;6(2):694-703.

Soumalainen A, Vehmas T, Kortensniemi M, Robison S, Peltola J. Accuracy of linear measurements using dental cone-beam and conventional multislice computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37(1):10-17.

Stratemann SA, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher DC. Comparison of cone beam computed tomography imaging with physical measures. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37(2):80-93.

Suri S, Utreja A, Khandelwal N, Mago S. Craniofacial Computerized Tomography Analysis of the midface of patients with repaired complete unilateral cleft lip and palate. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134(3):418-29.

Swennen GR, Schutyser F. Three-dimensional cephalometry: spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130(3):410-6.

Swennen GRJ, Schutyser F, Hausamen JE. Three-dimensional cephalometry. A Color Atlas and Manual. Berlin: Springer-Verlag; 2006.

Ueki K, Takazakura D, Marukawa K, Shimada M, Nakagawa K, Yamamoto E. Relationship Between the Morphologies of the Masseter Muscle and the Ramus and Occlusal Force in Patients With Mandibular Prognathism. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64(10):1480-6.

Vannier MW. Craniofacial imaging informatics and technology development. *Orthod Craniofac Res* 2003;6 Suppl 1:73-81.

Vinchon M, Pellerin P, Pertuzon B, Fènard R, Dhellemmes P. Vestibular orientation for craniofacial surgery: application to the management of unicoronal synostosis. *Childs Nerv Syst* 2007;23(12):1403-9.

Witherow H, Thiessen F, Evans R, Jones B, Hayward R, Dunaway D. Relapse Following Frontofacial Advancement Using the Rigid External Distractor. *J Craniofac Surg* 2008;19(1):113-20.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Comas J. Manual de Antropologia Física. México: Fondo de Cultura Econômica; 1957.

Madeira MC. Anatomia da face: bases anátomo-funcionais para a prática odontológica. São Paulo: Sarvier; 2001.

Terminologia Anatômica Internacional. Sociedade Brasileira de Anatomia, filiada a FCAT Federative Committee on anatomical Terminology. 1ª. ed. São Paulo: Manole; 2001.

ANEXO A - Permissão do Museu de Anatomia da UNIFESP

Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina
Departamento de Morfologia e Genética, Disciplina de Anatomia Descritiva e Topográfica



www.unifesp.br



Chefia do Departamento de
Morfologia e Genética
Profª Drª Marília de Arruda Cardoso Smith
Professora Titular e Livre-Docente
(55-11) 5575-4260/4264
macsmith.morf@unifesp.epm.br



Chefia da Disciplina de Anatomia
Descritiva e Topográfica
Prof. Dr. Ricardo Luiz Smith
Professor Titular e Livre-Docente
rsmith.morf@unifesp.epm.br

AUTORIZAÇÃO

Vimos por meio desta, autorizar a cirurgiã-dentista VERA LÚCIA MESTRE ROSA, doutoranda orientada pelo Prof. Dr. CLÁUDIO COSTA, a transportar e utilizar os crânios do Museu de Morfologia da Disciplina de Anatomia Topográfica do Departamento de Morfologia e Genética da UNIFESP, campus São Paulo, para realizar o trabalho de pesquisa “Cefalometria Tridimensional através de aquisições por Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico, uma mudança de paradigma na avaliação diagnóstica”.

São Paulo, 01 de setembro de 2008



Prof. Dr. Ricardo Luiz Smith
Responsável pelo Museu de Morfologia
Chefe da Disciplina de Anatomia Topográfica
Departamento de Morfologia e Genética
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Morfologia
UNIFESP - campus São Paulo

Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (*campus São Paulo*)
Rua Botucatu, 740 – Edifício Leitão da Cunha – 04023-900 – Vila Clementino – São Paulo – SP – Brasil
Telefone: (55-11) 5576-4261 Fax: (55-11) 5571-7597
Secretaria de Graduação: Leonice De Santis leo.morf@unifesp.epm.br
Secretaria de Pós-graduação: Sílvia Cristina Borragini Abuchaim silvia.morf@unifesp.epm.br

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Comas J. Manual de Antropologia Física. México: Fondo de Cultura Econômica; 1957.

Madeira MC. Anatomia da face: bases anátomo-funcionais para a prática odontológica. São Paulo: Sarvier; 2001.

Terminologia Anatômica Internacional. Sociedade Brasileira de Anatomia, filiada a FCAT Federative Committee on anatomical Terminology. 1ª. ed. São Paulo: Manole; 2001.

ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



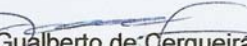
Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia
Comitê de Ética em Pesquisa

PARECER DE APROVAÇÃO
FR - 219497
Protocolo 130/2008

O grupo de trabalho indicado pelo Comitê de Ética em Pesquisa **APROVOU** o protocolo de pesquisa "**CEFALOMETRIA TRIDIMENSIONAL ATRAVÉS DE AQUISIÇÕES POR TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA POR FEIXE CÔNICO, UMA MUDANÇA DE PARADIGMA NA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA**", de responsabilidade do(a) pesquisador(a) **VERA LÚCIA MESTRE ROSA**, sob orientação do(a) Prof(a). Dr(a). **CLÁUDIO COSTA**.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios anuais referentes ao andamento da pesquisa e ao término cópia do trabalho em "cd". Qualquer emenda do projeto original deve ser apresentada a este CEP para apreciação, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

São Paulo, 13 de outubro de 2008.


Prof. Dr. João Guálberto de Cerqueira Luz
Coordenador do CEP-FOUSP

ANEXO C – Pedido de alteração do título do trabalho ao Comitê de Ética da USP, sem deferimento, até o momento

Ao Comitê de Ética em Pesquisa

Prof. Dr. João Gualberto de Cerqueira Leite

Eu, **VERA LÚCIA MESTRE ROSA**, pesquisadora responsável, sob orientação do Prof. Dr. **CLÁUDIO COSTA**, venho respeitosamente, pedir a essa comissão, a alteração do título da **pesquisa "CEFALOMETRIA TRIDIMENSIONAL ATRAVÉS DE AQUISIÇÕES POR TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA POR FEIXE CÔNICO, UMA MUDANÇA DE PARADIGMA NA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA"**, protocolo 130/2008, FR 219497, aprovado em 13 de outubro de 2.008, para **"CEFALOSTATO VIRTUAL – POSICIONAMENTO DE IMAGENS TRIDIMENSIONAIS CRÂNIO-FACIAIS NA AVALIAÇÃO CEFALOMÉTRICA COM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA"**.

Atenciosamente

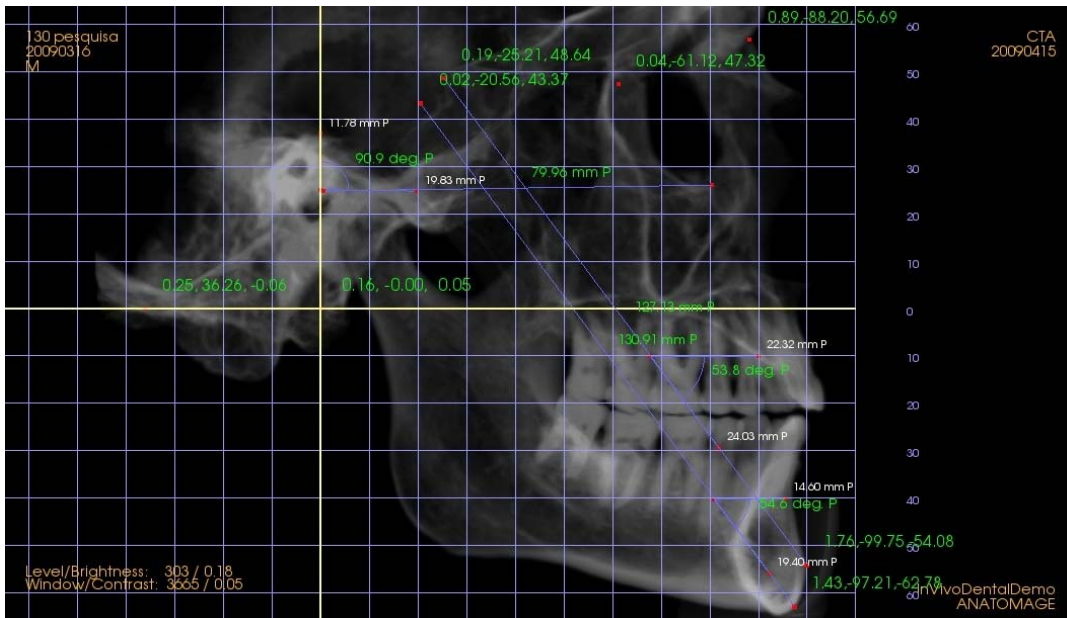
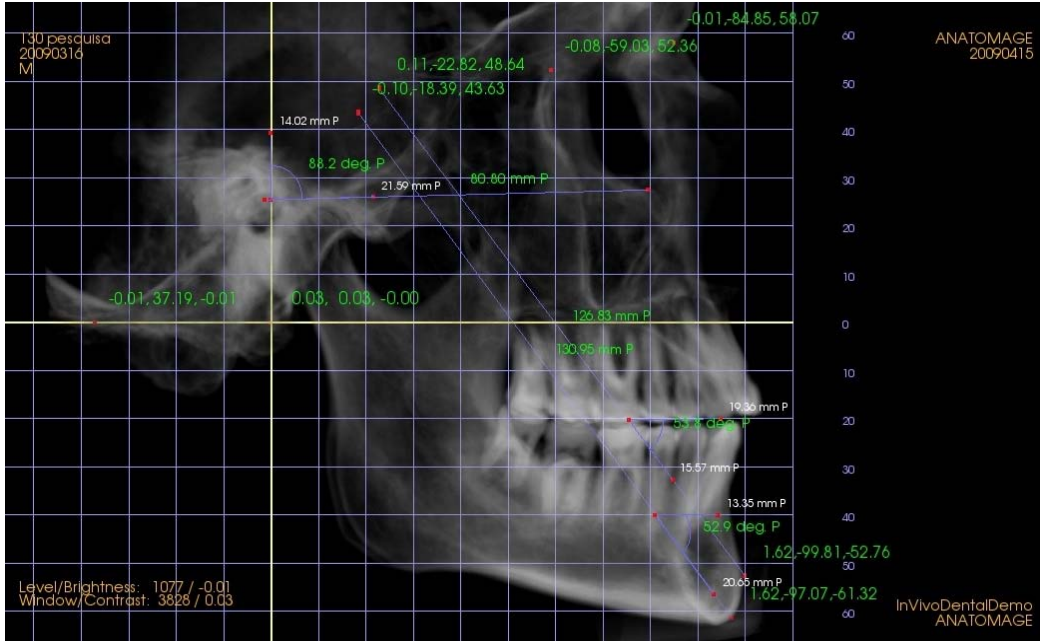
São Paulo, 31 de Março de 2009


Vera Lúcia Mestre Rosa

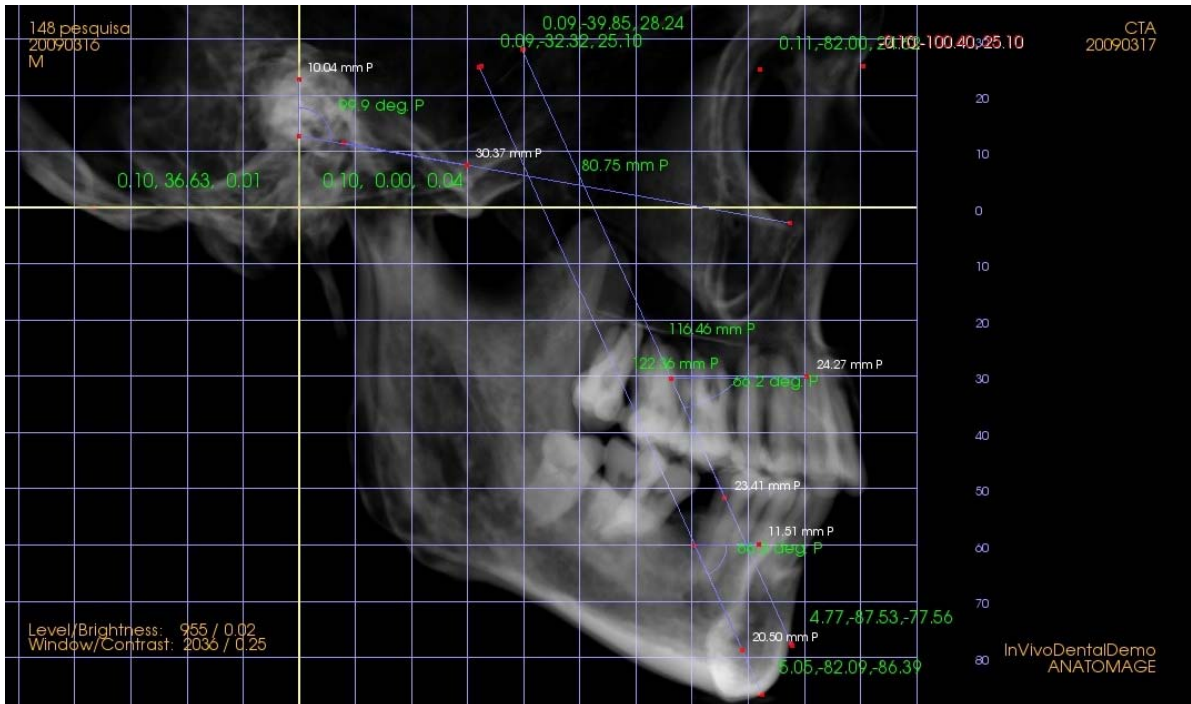
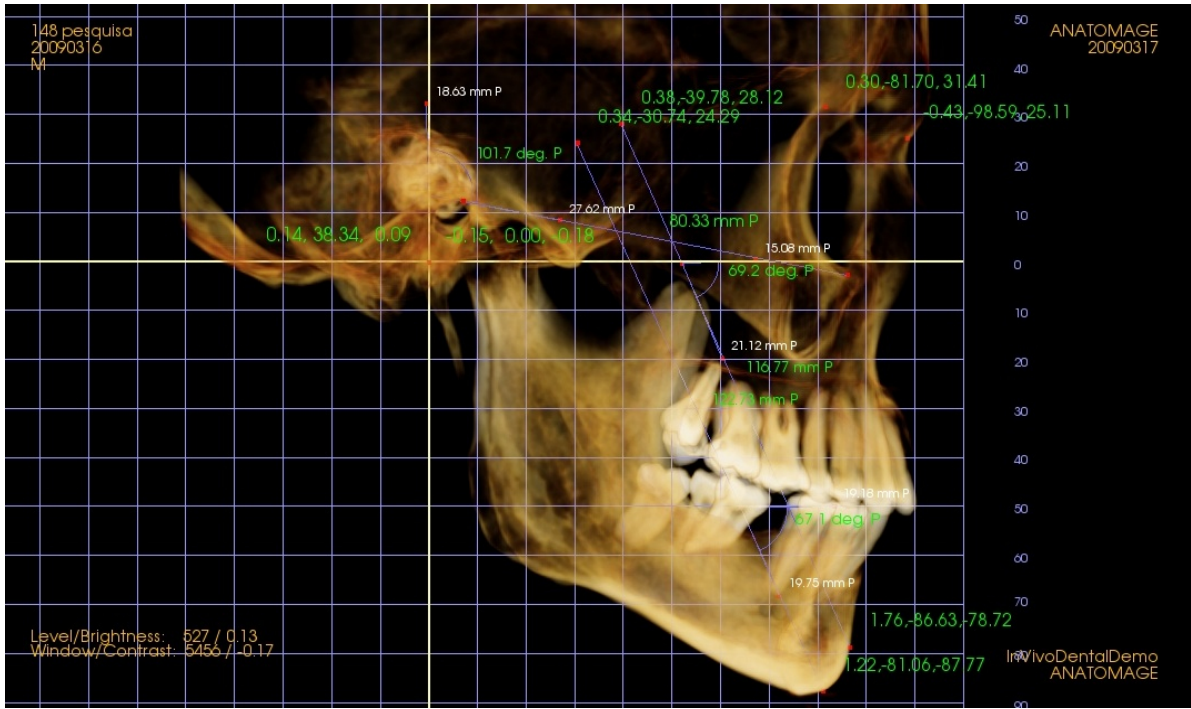
*Decebi em
01/04/09
Chegado*

ANEXO D – Ilustrações dos crânios com as marcações dos pontos e linhas do estudo, arquivados em linguagem jpg

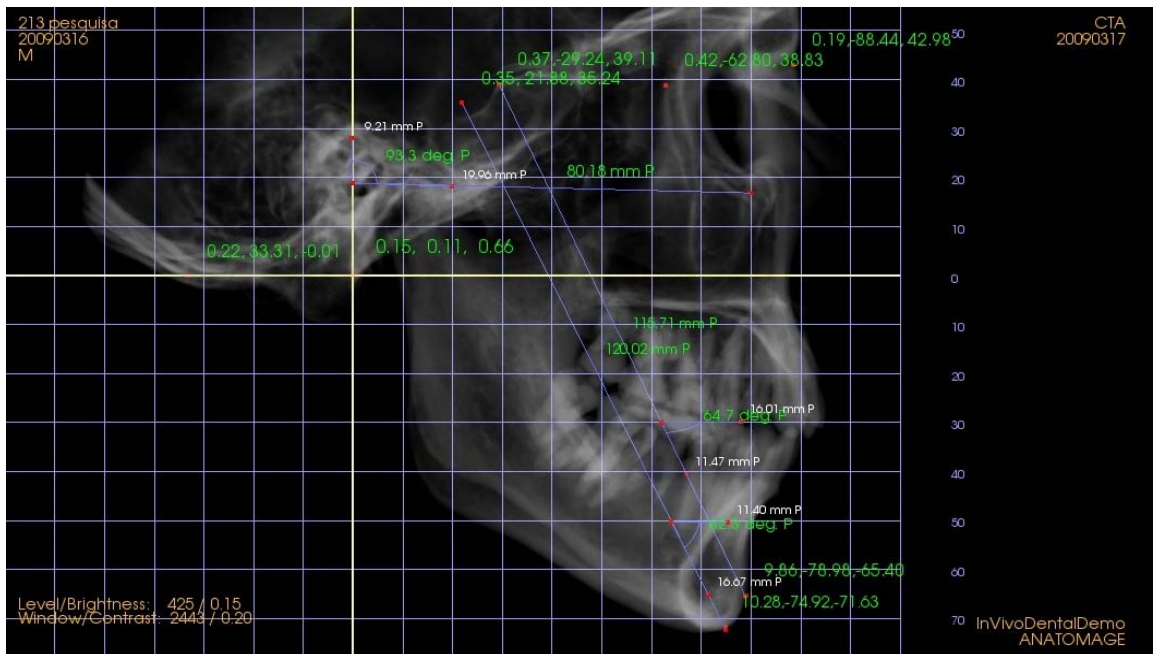
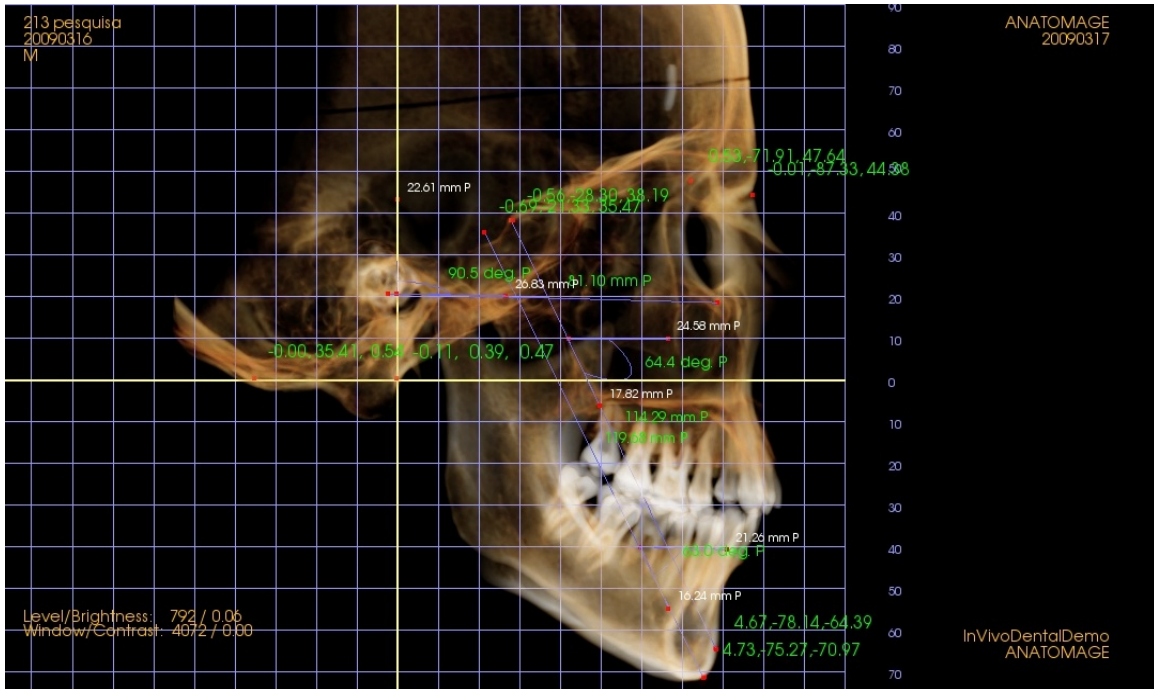
Crânio 130



Crânio 148



Crânio 213



Crânio 498

