

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**NEIMAR SCOLARI**

**ACURÁCIA EM CIRURGIA ORTOGNÁTICA BIMAXILAR –**  
**AVALIAÇÃO BIDIMENSIONAL E TRIDIMENSIONAL**

**PORTO ALEGRE**

**2015**

**NEIMAR SCOLARI**

**ACURÁCIA EM CIRURGIA ORTOGNÁTICA BIMAXILAR –  
AVALIAÇÃO BIDIMENSIONAL E TRIDIMENSIONAL**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção do título de Mestre na área de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Belle de Oliveira

**Porto Alegre, 2015**

NEIMAR SCOLARI

**ACURÁCIA EM CIRURGIA ORTOGNÁTICA BIMAXILAR –  
AVALIAÇÃO BIDIMENSIONAL E TRIDIMENSIONAL**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovada em: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Rogério Belle de Oliveira - PUCRS

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Luciane Macedo de Menezes

---

Prof. Dr. Ricardo Smidt – ULBRA

Porto Alegre

2015

Dedico este trabalho:

À minha família, namorada e tia pelo apoio incondicional durante toda essa jornada.

Aos meus pais Nelso Antonio Scolari e Marlene Scolari meus exemplos de luta, perseverança, honestidade, carinho, amor e afeto. Vocês me deram a vida e me ensinaram os valores da educação, da amizade, do respeito e acima de tudo a busca incessante pelo conhecimento. Aos meus irmãos Daniela e Rogério, pelos conselhos, companheirismo, compreensão, amizade e empenho para que eu pudesse realizar meus sonhos.

À minha namorada Juliana por ser o amor da minha vida e estar ao meu lado em todos os momentos, dividindo comigo as alegrias e ser a “mão amiga” nos momentos de dificuldades. Vamos juntos percorrendo nossos caminhos!

À minha Tia Márcia, colega de profissão, exemplo de profissionalismo e fonte de estímulo e inspiração na Odontologia.

Família que sonha junto permanece unida!

Amo vocês!

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Rogério Belle de Oliveira, meu amigo, orientador e responsável por grande parte da minha formação como Cirurgião Buco-Maxilo-Facial junto a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, pela amizade, momentos de descontração e estudo que passamos juntos, pela oportunidade e aprendizado ao longo das nossas rotinas cirúrgicas, pelo empenho e dedicação na transmissão do seu grande conhecimento cirúrgico, pelo estímulo à busca incessante pelo conhecimento e atualização profissional. Enfim, foi, és e será um exemplo profissional a ser seguido Professor!

Aos amigos e colegas que a PUCRS me proporcionou, em especial aos colegas Otávio Emmel Becker, Orion Haas Júnior, Lucas da Silva Meirelles, Marcelo Fernandes Santos Melo e Paulo Ricardo Baccarin Matje, responsáveis diretos na produção dessa Dissertação, pelo companheirismo, empenho e dedicação no estudo. Ao Rafael Linard Avelar, André Dolzan do Nascimento, Juliana Gonçalves Göelzer, Liliane Cristina Onofre Casagrande, Nelson Uzun e Jonathas Claus pela amizade e troca de conhecimento.

Aos amigos e colegas de Residência Multiprofissional e Especialização em Cirurgia Buco-Maxilo-Facial 2010-2012 e 2012-2014 pela amizade, troca de conhecimento e espírito de equipe junto aos ambulatórios cirúrgicos da Faculdade de Odontologia da PUCRS.

A todos os professores da disciplina de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial da PUCRS por terem me acolhido junto a PUCRS, especialmente ao Prof. Dr. Cláiton Heitz, Prof. Dr. Guilherme Fritscher e Prof. Dr. Raphael Carlos Drumond Loro, pelos ensinamentos, amizades e companheirismo, contribuído assiduamente na minha formação.

Aos professores e aos colegas da disciplina de Ortodontia da PUCRS, em especial à Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes, à Profa. Dra. Susana Maria Deon Rizzato e aos colegas André Weissheimer e Fabiane Azeredo, pela amizade e interdisciplinaridade entre duas especialidades que devem caminhar juntas.

Aos funcionários da PUCRS, em especial aos de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial, pelo convívio diário, pela disponibilidade em ajudar os alunos e os pacientes, pelo carinho demonstrado e principalmente pela amizade.

A Profa. Dra. Ana Maria Spohr e ao Prof. Dr. José Poli Figueiredo, coordenadora e ex-coordenador do Programa de Pós-graduação em Odontologia da PUCRS, pelo empenho, dedicação e busca pela excelência ao programa.

A Faculdade de Odontologia da PUCRS por dar todo o suporte aos seus alunos para que esses possam desenvolver seus conhecimentos clínicos e científicos.

Ao Ministério da Educação, através do CAPES e CNPQ, por fomentar a pesquisa no Brasil e proporcionar o desenvolvimento da evidência científica.

Aos meus queridos colegas de graduação na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Pelotas e amigos de longa data, Guilherme De Marco Antonello, Ricardo Torres do Couto e Rafael Sarkis Onofre pela amizade, troca de experiências e busca mútua pelo conhecimento. Juntos estamos crescendo.

Aos meus familiares: avós, tios, primos, sobrinha, sogro, sogra e cunhados que mesmo estando distante, foram pacientes com minha ausência e sempre me estimularem a seguir em frente. Pelos momentos alegres e tristes que passamos juntos e pelos exemplos de vida dados pelos mais velhos. Vocês todos fazem parte das minhas conquistas.

## RESUMO

**Objetivo:** avaliar a acurácia e a precisão do método de avaliação manual dos resultados, realizado a partir de radiografias teleperfil em 20 pacientes padrão facial classe II e III submetidos à Cirurgia Ortognática Bimaxilar, comparando-o com a avaliação tridimensional realizada a partir de Tomografias Computadorizadas de face do tipo Cone-Beam (TCCB) nos períodos pré e pós-operatório (6 meses), em cirurgias iniciadas pela maxila. **Materiais e Métodos:** As cirurgias foram realizadas no Hospital São Lucas da PUCRS. Traçados manuais e tridimensionais foram feitos, respectivamente, em telerradiografias de perfil e em Tomografias computadorizada cone-beam com o *Dolphin Imaging Software*, por 2 avaliadores independentes, sendo um deles cegado em relação aos movimentos cirúrgicos propostos para cada paciente. Foi desenvolvida uma análise cefalométrica customizada e aplicada às duas formas de avaliação (manual e tridimensional). Sobre os traçados, foram avaliadas 9 medidas pré e pós-operatórias. Dessas medidas, quatro foram verticais em relação ao Plano horizontal de Frankfurt e serviram para mensuração das mudanças maxilomandibulares no sentido vertical, e cinco foram horizontais em relação à Linha N-perp, representando as mudanças maxilomandibulares no sentido ântero-posterior. Para avaliar a confiabilidade intra e inter-examinador metade dos traçados foi refeito após 30 dias. A acurácia foi medida através da raiz do erro quadrático da média (RMSE). A precisão foi calculada a partir da comparação dos desvios-padrão. **Resultados:** o método tridimensional de avaliação apresentou melhor acurácia e precisão quando comparado ao método manual. As médias dos escores das diferenças entre os movimentos planejados e os movimentos executados em cada um dos métodos de avaliação foram menores no grupo do método de avaliação tridimensional para todas as cinco variáveis analisadas ( $P < 0,05$ ). **Conclusões:** os movimentos previstos são identificados no período pós-operatório. O método tridimensional é mais preciso e mais acurado para avaliar e quantificar esses movimentos. O conhecimento e a experiência do cirurgião responsável pelo tratamento representa parte fundamental no tratamento para que seja reproduzido no paciente no trans-cirúrgico, aquilo que realmente foi planejado.

**Palavras-chave:** Cirurgia Ortognática, Cefalometria, Tomografia Computadorizada Cone-Beam, Acurácia, Precisão

## ABSTRACT

**Objective:** to evaluate the accuracy and precision of manual assessment method of results achieved from lateral cephalograms of 20 skeletal class II and III subjects who have undergone bimaxillary orthognathic surgery, comparing it to the three-dimensional evaluation performed from Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) in the pre and postoperative period (6 months) in surgeries started by the maxilla.

**Materials and Methods:** the surgeries were performed at Hospital São Lucas. Manual and three-dimensional tracings were made, respectively, in lateral cephalograms and CBCT with Dolphin Imaging Software by 2 independent evaluators, one of them was blinded to the proposed surgical movements for each patient. A custom cephalometric analysis was developed and applied to both forms of assessment (manual and three-dimensional). In the tracings, 9 pre and postoperative measures were evaluated. Four were vertical in relation to the PHF and were used to measure the maxillomandibular vertical changes, and five were in relation to the horizontal line N-perp, representing the anteroposterior maxillomandibular changes. Intraexaminer and interexaminer reliabilities were evaluated. The accuracy was measured by the RMSE. Precision was calculated from the comparison of standard deviations.

**Results:** The three-dimensional assessment method showed better accuracy and precision when compared to the manual method. The mean scores of the differences between planned movements and performed movements in each method were lower in three-dimensional assessment method group for five of the six variables ( $P < 0.05$ ).

**Conclusions:** the planned movements are identified in the postoperative period. The three-dimensional assessment method is more precise and more accurate to evaluate and quantify these movements. Conclusions: the planned movements are identified in the postoperative period. The three-dimensional assessment method is more need and more accurate to evaluate and quantify These movements. It is Suggested que studies Evaluating results through manual assessment method overestimate the results. Perhaps the best way to Achieve this is through the three-dimensional assessment method. The knowledge and experience of the surgeon responsible for processing is fundamental in the treatment to be reproduced in patients in the trans-surgical, what was actually planned.

**Keywords:** orthognathic surgery, Cephalometric, Cone-Beam Computed Tomography, Accuracy, Precision



## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** A) Medidas de distância vertical em relação ao Plano Horizontal de Frankfurt: 1 – PHF, 2 - Plano Oclusal, 3 - Plano Mandibular, 4 - ENA-PHF, 5 - ENP-PHF; B) Medidas de distância horizontal em relação a Linha N-perp: 6 – PHF, 7 - Linha N-Perp, 8 - A-N-perp, 9 – IS-N-perp, 10– II-N-perp, 11 – B-N-perp, 12 – Pog-N-perp.....pag. 22

**Figura 2.** Representações em 3D da orientação inicial da cabeça nas imagens tomográficas utilizando o software Dolphin Imaging 3D v. 11.7 (Dolphin Imaging Software, Canoga Park, Califórnia, EUA) em A) Corte Coronal B) Corte axial C/D) Cortes Sagital incluindo tecidos moles.....pág. 28

**Figura 3.** Representações do software Ondemad 3D, v. 1.0.9.1451 (CyberMed, Seoul, Korea) em cortes axiais (A), coronais (B) e sagitais (C) ilustrando a sobreposição das imagens pré e pós-operatórias tendo como referência a base do crânio (baseado nos tons de cinza das regiões de interesse).....pág. 29

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Pontos e planos cefalométricos identificados no estudo: análise manual e tridimensional.....pág. 25
- Tabela 2.** Valores absolutos dos movimentos previstos e executados no estudo.....pág. 31
- Tabela 3.** Análise da Confiabilidade da marcação dos pontos cefalométricos no sentido vertical em radiografias (método manual).....pág. 32
- Tabela 4.** Análise da Confiabilidade da marcação dos pontos cefalométricos no sentido horizontal em radiografias (método manual).....pág. 32
- Tabela 5.** Análise da Confiabilidade da marcação dos pontos cefalométricos no sentido vertical em TCCB (método tridimensional).....pág. 33
- Tabela 6.** Análise da Confiabilidade da marcação dos pontos cefalométricos no sentido horizontal em TCCB (método tridimensional).....pág. 33
- Tabela 7.** Acurácia (*root mean squared error – RMSE*) e Precisão (desvio-padrão) dos métodos manual e tridimensional de avaliação.....pág. 35

## LISTA DE GRÁFICOS

**Gráfico 1.** Correlação entre as análises de confiabilidade da avaliação vertical manual x avaliação vertical tridimensional nos períodos pré e pós-operatório.....pág. 34

**Gráfico 2.** Correlação entre as análises de confiabilidade da avaliação horizontal manual x avaliação horizontal tridimensional nos períodos pré e pós-operatório.....pág. 34

**Gráfico 3.** Representação gráfica da média da diferença dos valores de Acurácia dos métodos manual e tridimensional de avaliação (vertical e horizontal).....pág. 35

**Gráfico 4.** Representação gráfica do desvio – padrão da diferença dos valores de Acurácia dos métodos manual e tridimensional de avaliação (vertical e horizontal).....pág.36

**Gráfico 5.** Representação gráfica do RMSE da diferença dos valores de Acurácia dos métodos manual e tridimensional de avaliação (vertical e horizontal).....pág. 36

**LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

CO	Cirurgia Ortognática
3D	Terceira dimensão
v.	Versão
RC	Relação cêntrica
CEP	Comitê de ética e pesquisa
TCFC	Tomografia computadorizado do tipo feixe cônico
TCCB	Tomografia computadorizada cone-beam
DICOM	<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>
FOV	Campo de visão (radiografias)
MeSH	Medical Subject Headings
CCI	Coeficiente de correlação intraclasse
mm	Milímetros
°	Graus
PHF	Plano Horizontal de Frankfurt
N	Násion
Po	Pório
Or	Orbitale
ENA	Espinha nasal anterior
ENP	Espinha nasal posterior
IS	Incisivo central superior
II	Incisivo central inferior
A	Ponto A
B	Ponto B
Pog	Pogônio
Me	Mento
Go	Gônio

PO	Plano oclusal
PM	Plano mandibular
Linha N-perp	Linha N-perpendicular
®	Marca registrada
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>42</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>43</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>47</b>
	<b>Anexo A. Protocolo CEP 05/02890 do projeto sob o título: “Estudo clínico transversal do uso de miniplacas e parafusos de titânio em cirurgia bucomaxilofacial” .....</b>	<b>47</b>
	<b>Anexo B. Carta de aprovação da Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS. ....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Cirurgia Ortognática (CO) é o tratamento de eleição para as deformidades dentofaciais e tem o objetivo de restaurar a funcionalidade mastigatória, a simetria e a estética facial.<sup>1,2</sup> Para que isso se concretize com sucesso, modernas técnicas cirúrgicas e ortodônticas têm sido desenvolvidas com a finalidade de combinar ambos os tratamentos no planejamento de quase todas as formas severas dessas deformidades. Com este avanço técnico, tem crescido a necessidade de planejar e prever com precisão o resultado do tratamento.<sup>3</sup>

Algumas etapas, como o traçado predictivo, feito a partir de telerradiografias obtidas em norma lateral, a cirurgia de modelos e a correta confecção dos guias cirúrgicos, devem ser realizados criteriosamente durante o planejamento pré-operatório, visando obter resultados cirúrgicos e clínicos satisfatórios. Esse traçado fornece uma estimativa da direção e quantidade do movimento maxilo-mandibular.<sup>4,5,6</sup>

Além disso, pode-se considerar também, outros métodos utilizados no planejamento em CO: avaliação clínica, fotografias, simulação cirúrgica à mão livre com base em traçados cefalométricos, e depois sua transferência para a cirurgia de modelos, assim como *softwares* de previsão digitais.<sup>6</sup>

Diferentes estudos apontam que possíveis causas de erros na CO, decorrem das imprecisões no traçado cefalométrico manual, na previsão do grau de autorrotação da mandíbula, no registro do arco facial e nas diferenças de posição mandibular quando os pacientes estão (conscientes) numa posição vertical na realização da tomada radiográfica, e em decúbito dorsal (inconscientes), com a musculatura relaxada sob efeito da anestesia geral, durante a cirurgia.<sup>4,6</sup> Essas imprecisões se devem também, pela posição incorreta da Relação Cêntrica (RC) da cabeça do paciente durante a aquisição do Raio-X, pela superposição de estruturas anatômicas e ampliação de estruturas bilaterais, resultando em distorções nas imagens.<sup>7,8,9</sup>

Várias técnicas têm sido publicadas na literatura com a finalidade de obter-se o posicionamento correto da maxila no trans-cirúrgico. Pontos de referência, tanto internos como externos, são utilizados e seus resultados avaliados no pós-operatório imediato de até 5 semanas. Eles revelam que pontos de referência externos são mais precisos quando comparado aos pontos internos no posicionamento maxilar trans-operatório. Além disso, seus resultados revelam diferenças consideradas aceitáveis, tanto no posicionamento vertical quanto horizontal maxilar.<sup>10,11,12,13,14,15,16</sup>

Todo esse planejamento, embora considerado antigo, ainda faz uso da Cefalometria para diagnóstico e avaliação do crescimento e desenvolvimento craniofacial, estendendo-se para o planejamento cirúrgico.<sup>17,18</sup> No entanto, a sobreposição de estruturas dos lados esquerdo e direito do crânio, as escalas de ampliação desiguais, e a possível distorção das estruturas mediodaciais são deficiências bem reconhecidas da cefalometria.<sup>19</sup>

Buscando o aprimoramento, a previsibilidade e a acurácia dos movimentos, o planejamento em CO evoluiu ao longo dos últimos anos. O método tradicional, realizado manualmente, a partir da cefalometria, está dando lugar a modernas técnicas digitais auxiliadas por computador.<sup>20,21,22</sup>

A utilização do planejamento assistido por computador tornou-se possível a partir do advento da tecnologia das tomografias computadorizada de feixe cônico (TCFC). A sua popularidade tem aumentado rapidamente. Esta tecnologia 3D dá uma representação realista da cabeça do paciente e ampliou as possibilidades de diagnóstico, permitindo a simulação e avaliação dos procedimentos cirúrgicos e ortodônticos utilizando uma série de recursos.<sup>23</sup>

Esses programas tornaram-se uma importante ferramenta no planejamento da CO e também na simulação e mensuração dos movimentos executados após o posicionamento dos maxilares.<sup>9,24,25,26</sup>



Alguns dos programas de computador existentes e disponíveis no mercado são: Dentofacial Planner Plus (Dentofacial Software, Toronto, Ontário, Canadá), Quick Ceph (Quick Ceph Systems, San Diego, Califórnia, EUA), Orthognathic Treatment Planner (GAC International Birmingham, Alabama, EUA), e Dolphin Imaging (Dolphin Imaging Software, Canoga Park, Califórnia, EUA), entre outros. Nos últimos anos, o Dolphin Imaging ganhou muita popularidade entre os profissionais.<sup>26</sup>

Com esse programa é possível a localização de vários pontos cefalométricos dentários, esqueléticos e de tecidos moles na imagem digitalizada, usando o cursor do mouse. A imagem pode ser melhorada (brilho/contraste) e maximizada para auxiliar na localização dos pontos cefalométricos, com o programa definindo claramente os pontos e demonstrando a sua posição estimada e, portanto, minimizando erros na localização dos mesmos. Vantagens adicionais são a facilidade de armazenamento e a fácil comparação de informações.<sup>24</sup>

Diante disso, avaliar a acurácia do método de planejamento manual tradicional, ainda usado atualmente que utiliza radiografias teleperfil para os traçados, comparando-o com o método tridimensional em CO Bimaxilar é de fundamental importância, uma vez que isso poderá servir como suporte na decisão profissional acerca do método a ser empregado no planejamento das cirurgias.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

- Avaliar a acurácia e a precisão do método de avaliação manual dos resultados, realizado a partir de radiografias teleperfil em 20 pacientes padrão facial classe II e III submetidos à Cirurgia Ortognática Bimaxilar, comparando-o com a avaliação tridimensional realizada a partir de Tomografias Computadorizadas de face do tipo *cone beam* (TCCB) nos períodos pré e pós-operatório (6 meses), em cirurgias iniciadas pela maxila.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Comparar, através da cefalometria, se os valores estimados no planejamento manual pré-operatório estão sendo reproduzidos no pós-operatório (6 meses) em pacientes submetidos à Cirurgia Ortognática Bimaxilar.
- Comparar, através da Tomografia Computadorizada de Face *cone beam*, se os valores estimados no planejamento manual pré-operatório estão sendo reproduzidos nos pós-operatório (6 meses) em pacientes submetidos à Cirurgia Ortognática Bimaxilar.
- Avaliar a previsibilidade dos movimentos cirúrgicos propostos para os pacientes submetidos à Cirurgia Ortognática Bimaxilar.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Seleção da Amostra

Este estudo classifica-se como retrospectivo e foi realizado a partir da amostra da pesquisa intitulada “Estudo clínico transversal do uso de miniplacas e parafusos de titânio em cirurgia bucomaxilofacial”, previamente aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) com protocolo número 05/02890 (Anexo A). O projeto deste estudo foi aprovado pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS (Anexo B).

Foram selecionados 20 pacientes (13 mulheres e 7 homens) com idades entre 21,4 e 51,4 anos, sendo que 10 possuíam padrão facial Classe II e 10 possuíam padrão facial Classe III com indicação de realizarem Cirurgia Ortognática Bimaxilar para correção de deformidade dentofacial e que foram descompensados ortodonticamente no período pré-operatório.

Os movimentos cirúrgicos planejados e executados nos pacientes variaram conforme sua discrepância esquelética: avanço da maxila, avanço e recuo da mandíbula, impacção maxilar e, também, mentoplastia. Todos os planejamentos cirúrgicos foram realizados através do método manual.

Os pacientes receberam a mesma conduta de tratamento em relação à técnica cirúrgica: remoção da espinha nasal anterior, osteotomia tipo Le Fort I para permitir os movimentos da maxila, osteotomia sagital bilateral do ramo mandibular para permitir os movimentos da mandíbula, fixação interna rígida com 4 miniplacas de titânio em “L” na maxila e 1 miniplaca reta associada, quando necessário, ao uso de 1 parafuso bicortical para cada lado da mandíbula, fixados utilizando o contra-ângulo de implantodontia.<sup>27</sup> A técnica de sutura em V-Y<sup>28</sup> foi utilizada em todos os pacientes do estudo e eles receberam os mesmos cuidados terapêuticos no período pré e pós-operatório. Os pacientes foram operados pela mesma equipe cirúrgica, composta por 4 profissionais.

### **3.2 Critérios de Inclusão**

Os critérios de inclusão aplicados na seleção dos pacientes foram: presença de telerradiografias e TCCB pré e pós-operatórios (6 meses), possuir 18 ou mais anos de idade, presença do traçado cefalométrico manual realizado para a cirurgia com seu registro, análise facial contendo a quantidade e direção dos movimentos previamente estimados, possuir padrão facial Classe II ou Classe III, ter realizado CO Bimaxilar (Osteotomia Le Fort I Sagital do Ramo Mandibular) sob anestesia geral durante o período de Julho/2012 à Março/2014 e possuir documentação ortodôntica completa.

### **3.3 Critérios de Exclusão**

Os critérios de exclusão para o estudo foram: pacientes sindrômicos ou com fenda palatina, tratamento de lesões pós-traumáticas, reconstrução ou correção de defeitos congênitos, histórico de tratamento cirúrgico na articulação temporomandibular e os casos de assimetrias mandibulares maiores que 5,0mm.

### **3.4 Método de análise manual**

Traçados predictivos foram realizados previamente a CO Bimaxilar e também no período pós-operatório (6 meses) a partir das imagens das telerradiografias. Com o traçado pré-operatório decidiu-se a quantidade de movimentos maxilomandibulares que foram executados nos 20 pacientes integrantes deste estudo durante a cirurgia. Da mesma forma, a partir das telerradiografias pós-operatório de controle (6 meses), realizou-se novo traçado predictivo que serviu para comparar a quantidade de movimentos (em milímetros) alcançada com a cirurgia.

As radiografias foram realizadas no Serviço de Radiologia da Faculdade de Odontologia da PUCRS, utilizando o aparelho Cranex D Digital Panoramic and Cephalometric X-ray Unit (Soredex, Tuusula, Finlândia), observando a cabeça do paciente, de modo que o Plano Horizontal de Frankfurt (PHF) ficasse paralelo ao solo durante o exame.

A fim de medir quantidade de movimentos entre os dois perfis (pré e pós-operatório) de cada um dos pacientes operados, uma análise cefalométrica customizada foi desenvolvida. Sobre os traçados, foram avaliadas 9 medidas pré e pós-operatórias. Dessas medidas, quatro foram verticais em relação ao PHF e serviram de referência para mensurar as mudanças maxilomandibulares no sentido vertical, e outras cinco foram horizontais em relação à Linha N-perp, capazes de representar as mudanças maxilomandibulares no sentido ântero-posterior. Essas medidas são apresentadas na Figura 1.

Os traçados cefalométricos pré e pós-operatório, realizados a partir das telerradiografias, foram feitos manualmente, de forma tradicional, em folha de papel acetato.

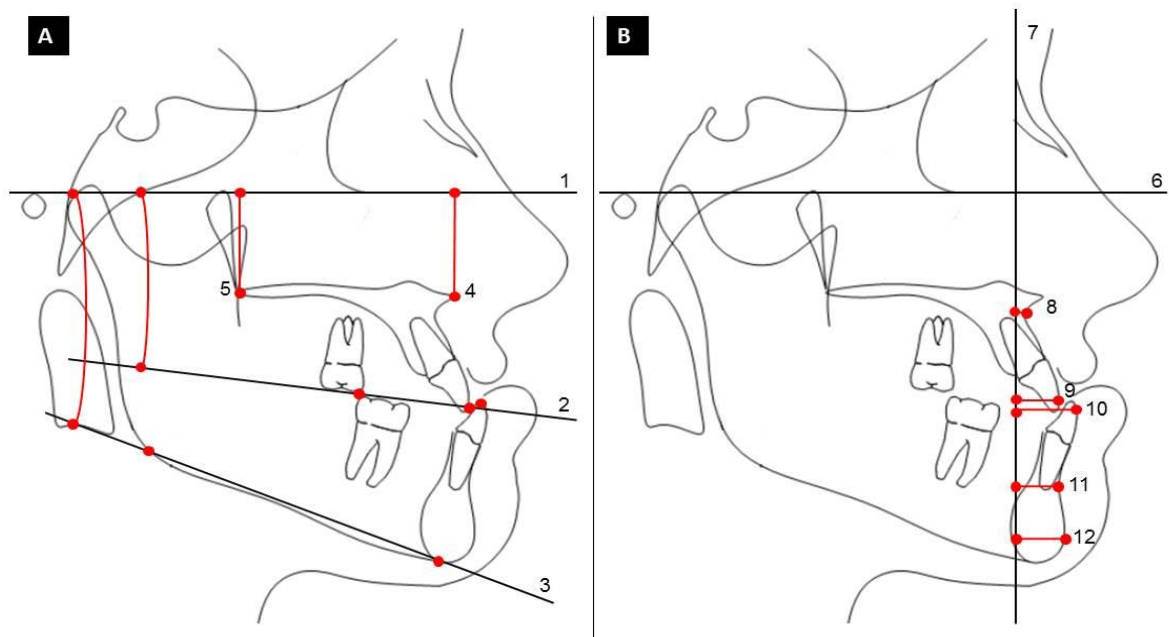
#### **Medidas de distância vertical em relação ao PHF:**

- Posição vertical anterior da maxila - distância da espinha nasal anterior (ENA) em relação ao PHF;
- Posição vertical posterior da maxila - distância da espinha nasal posterior (ENP) em relação ao PHF;
- Plano Oclusal – ângulo formado por linha traçada entre o primeiro contato existente entre o primeiro molar superior e inferior e ponto médio entre a incisal dos incisivos centrais superior e inferior em relação ao PHF;
- Plano mandibular – ângulo formado por linha tangente ao bordo inferior da mandíbula (Go-Me) e o PHF;

#### **Medidas de distância horizontal em relação à linha N-perp:**

- Posição do ponto A na projeção da maxila – distância de (A à N-perp);

- Posição do incisivo superior (IS) – distância do ponto mais anterior do (IS à N-perp);
- Posição do incisivo inferior (II) – distância do ponto mais anterior de (II à N-perp);
- Posição do ponto B na projeção da mandíbula – distância de (B à N-perp);
- Posição do ponto pogônio duro (Pog) na projeção do mento - distância de (Pog à N-perp).



**Figura 1. A) Medidas de distância vertical em relação ao Plano Horizontal de Frankfurt:** 1 – PHF, 2 - Plano Oclusal, 3 - Plano Mandibular, 4 - ENA-PHF, 5 - ENP-PHF; **B) Medidas de distância horizontal em relação a Linha N-perp:** 6 – PHF, 7 - Linha N-Perp, 8 - A-N-perp, 9 – IS-N-perp, 10– II-N-perp, 11 – B-N-perp, 12 – Pog-N-perp.

### 3.5 Método de análise tridimensional

Ao mesmo tempo em que realizaram radiografias pré e pós-operatório, os pacientes integrantes deste estudo foram submetidos, também, a um exame de Tomografia Computadorizada Cone Beam (TCCB). Ele estendeu-se da região da Glabella até o osso Hióide sem fazer o uso da mentoneira, com a finalidade de evitar pressão na região mentoniana, podendo posicionar a mandíbula para região posterior, além de comprimir tecidos moles.

As tomografias foram realizadas em uma clínica privada, utilizando o tomógrafo *Cone beam* iCat Classic, com voxel de 0,4mm e campo de visão (FOV) de 22cm X 16cm (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA) e gravadas em formato DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*).

Os parâmetros de exposição kilovoltagem, miliamperagem e tempo, tanto na telerradiografia quanto na tomografia, foram dimensionados de acordo com as características anatômicas da região a ser analisada (espessura e densidade), prevalecendo sempre os princípios de proteção radiológica, a fim de minimizar os índices de exposição aos raios x, mantendo a melhor qualidade de imagem possível para o diagnóstico.

Durante a realização do exame tomográfico, os pacientes foram posicionados mantendo o PHF paralelo ao solo e o plano médio sagital perpendicular ao solo, além de instruídos à imobilidade da cabeça, manutenção dos lábios relaxados e não deglutirem durante a realização do exame.

As TCCB pré e pós-operatórias, foram gravadas em formato DICOM e abertas no *software* Dolphin Imaging 3D v. 11.7 (Dolphin Imaging Software, Canoga Park, Califórnia, EUA) para realização dos traçados cefalométricos, executando a mesma análise customizada já descrita na avaliação manual, no entanto, de forma tridimensional.

### 3.5.1 Orientação da cabeça dos pacientes na análise tridimensional

Na TCCB pré- operatória, a orientação da cabeça do paciente foi realizada da seguinte forma (Figura 2):

A) o Plano Horizontal de Frankfurt (PHF) foi definido por 3 pontos, sendo eles: Pório (Po) direito, Infra Orbitais direito e esquerdo;

B) Plano Sagital Mediano passando pelo ponto Násio (N) e porção anterior do Forame Magno (ponto Básio) perpendicular ao PHF e Plano Coronal passando pelo ponto (N), perpendicular ao PHF e ao Plano Sagital Mediano;

C/D) Plano Horizontal de Frankfurt passando pelos pontos Infra-orbitários e pelo Pório (Po) direito. Plano Coronal passando pelo ponto Násio e perpendicular ao Plano Sagital mediano e ao PHF.

Essa primeira orientação da tomografia pré-operatória foi exportada em formato DICOM e importada no mesmo formato para o software Ondemand 3D (v. 1.0.9.1451 - CyberMed, Seul, Coréia do Sul) em conjunto com a tomografia pós-operatória ainda não orientada. Este software foi utilizado para realizar a sobreposição da tomografia pós-operatório ainda não orientada sobre aquela pré-operatória já orientada, através da sobreposição por *voxels* da base de crânio (Figura 3), baseado no método já descrito.<sup>29,30,31</sup>

Finalmente, a tomografia pós-operatório, agora também orientada, foi exportada em formato DICOM e importada novamente no *software* Dolphin Imaging 3D para realizar as mensurações das distâncias na análise tridimensional, entre os pontos cefalométricos já descritos (Figura 1)

Os mesmos pontos e planos cefalométricos foram marcados, tanto na avaliação manual quanto na tridimensional, com a finalidade de comparar as diferentes análises (Tabela 1).



**Tabela 1.** Pontos e planos cefalométricos identificados no estudo

<b>Ponto de Referência/Abreviação</b>	<b>Descrição</b>
Násio (N)	Ponto mais anterior da sutura fronto nasal
Pório (Po)	Ponto mais alto do conduto auditivo externo
Orbitale (Or)	Ponto mais inferior do rebordo infraorbitário
Espinha nasal anterior (ENA)	Ponta da espinha nasal anterior
Espinha nasal posterior (ENP)	Ponto mais posterior no palato duro ósseo
Incisivo superior (IS)	Posição mais anterior do incisivo central superior direito
Incisivo inferior (II)	Posição mais anterior do incisivo central inferior direito
Ponto A (A)	Ponto mais posterior da maxila entre a espinha nasal anterior e o processo alveolar
Ponto B (B)	Ponto mais posterior da curvatura existente na sínfise mandibular
Pogônio (Pog)	Ponto mais anterior da sínfise mandibular
Mento (Me)	Ponto mais inferior do contorno da sínfise da mandíbula
Gônio (Go)	Ponto exterior em ambos os lados da mandíbula entre o ramo ascendente e o ângulo mandibular
Plano Horizontal de Frankfurt (PHF)	União dos pontos pório e orbitário
Plano Oclusal (PO)	Ângulo formado pelo PHF e linha traçada entre o primeiro contato existente entre o primeiro molar superior e inferior e ponto médio entre a incisal dos incisivos centrais superior e inferior
Plano Mandibular (PM)	Ângulo formado por linha tangente ao rebordo inferior da mandíbula (Go-Me) e o PHF
Linha N-perpendicular (Linha N-perp)	Linha perpendicular ao plano de Frankfurt passando através do ponto násion na sutura fronto-nasal

### 3.6 Cegamento dos avaliadores

As marcações e medições foram realizadas por dois avaliadores. Um deles era conhecedor dos movimentos previamente estimados e executados para o paciente e o outro, com maior experiência (pelo menos 5 anos) servindo de “*gold standard*” desconhecia toda a sequência de movimentos previamente planejado e também não participou de nenhuma das cirurgias avaliadas no estudo.

O cegamento dos avaliadores se deu diante da escolha de profissionais externos e experientes que não participaram do planejamento prévio das cirurgias realizadas. Esse artifício serviu para eliminar a tendenciosidade nos resultados do estudo.

Dos traçados realizados, 50% deles (5 pacientes classe II e 5 pacientes classe III de Angle) foram repetidos após 30 dias pelos mesmos avaliadores, tanto para a análise manual como para a tridimensional, com a finalidade de avaliar a confiabilidade intra e inter-examinador.

### 3.7 Análise estatística

Foi utilizado o coeficiente de correlação intraclassa (CCI) com valores que variam de 0 a 1, onde os valores mais próximos de 1 são considerados com maior confiabilidade. Utilizou-se para tal, o software R com o pacote "psych". Pelo desenho do experimento, utilizou-se a versão 3 do CCI fornecido pelo pacote, que calcula o coeficiente para um conjunto fixo de avaliadores.

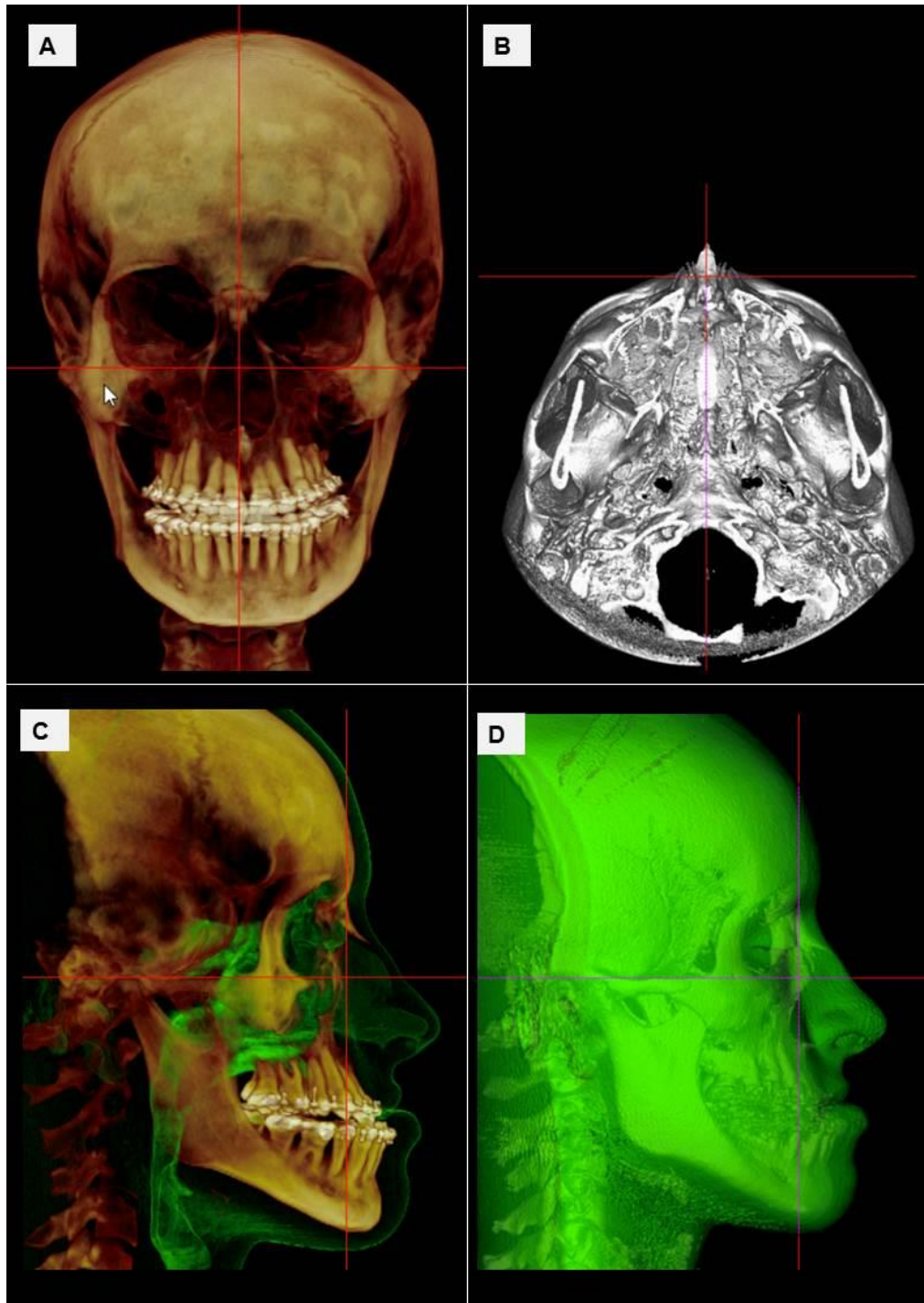
A partir das medidas avaliadas, utilizando-se os dados de CCI intra-examinador, exclusivamente, realizou-se a comparação gráfica entre os movimentos verticais e horizontais, tanto na forma manual (eixo horizontal) como tridimensional (eixo vertical) nos tempos pré e pós-operatório.

Além disso, com a finalidade de verificar a acurácia dos movimentos, entre o planejamento prévio e o resultado pós-operatório (6 meses) estabeleceu-se

agrupamentos entre as medidas: **vertical de maxila** (ENA-PHF e ENP-PHF), **vertical de mandíbula** (plano oclusal e plano mandibular), **ântero – posterior maxila** (A-N-perp e Ant IS-N-perp), **ântero – posterior mandíbula** (Ant II-N-perp e B-N-perp), **ântero – posterior mento** (Pog-N-perp).

Para isso, calculou-se o escore da diferença entre os valores dos movimentos previstos no planejamento e os valores dos movimentos realizados na cirurgia tanto para o método manual de avaliação (radiografias) quanto para o tridimensional (tomografias). A média, o desvio-padrão e o RMSE (*root mean squared error*), dado pela soma entre o desvio padrão e o quadrado do vício, foram computados. Esta medida leva em consideração tanto a acurácia (medida pelo vício) quanto a precisão (medida pelo desvio-padrão). Deste modo, é possível comparar grupos diferentes por meio de um único número. Foi realizado o Teste t de Student a fim de comparar a da diferença dos valores dos movimentos previstos no planejamento e dos valores realizados na cirurgia entre os métodos de avaliação manual e tridimensional, para cada uma das cinco variáveis de agrupamento.

A significância estatística foi fixada em 5% ( $\alpha = 0,05$ ) para intervalos de confiança de 95%.



**Figura 2.** Representações em 3D da orientação inicial da cabeça nas imagens tomográficas utilizando o software Dolphin Imaging 3D v. 11.7 (Dolphin Imaging Software, Canoga Park, Califórnia, EUA) em A) Corte Coronal B) Corte axial C/D) Cortes Sagital incluindo tecidos moles.



**Figura 3.** Representações do software Ondemad 3D v. 1.0.9.1451 (CyberMed, Seul, Coréia do Sul) em cortes axiais (A), sagitais (B) e coronais (C) ilustrando a sobreposição das imagens pré e pós-operatórias tendo como referência a base do crânio (baseado nos tons de cinza das regiões de interesse)

## 4 RESULTADOS

Dos 20 pacientes integrantes deste estudo 13 eram do sexo feminino e 7 do sexo masculino e também 19 eram brancos e 1 negro.

A média de idade dos pacientes integrantes do estudo foi de 34,3 anos. Portanto, todos os pacientes estavam sem crescimento.

O tempo médio de solicitação das telerradiografias foi de 1,8 meses antes da cirurgia e no período pós-operatório a média foi de 6,4 meses. Já o tempo médio de solicitação das TCCB foi de 4,3 meses antes da cirurgia e no período pós-operatório a média foi de 7,4 meses.

A tabela 2 representa em valores absolutos a média, desvio-padrão e variação nos diferentes agrupamentos, realizados a partir das medidas prévias do estudo, comparando movimentos previstos e executados. Ocorreu a separação em Padrão Facial classe II e III.

**Tabela 2.** Valores absolutos dos movimentos previstos e executados no estudo

Variável		Movimentos previstos			Movimentos executados					
		Média	DP	Variação	Média		DP		Variação	
					3D	Manual	3D	Manual	3D	Manual
<b>CLASSE II</b> n=10	Vertical Maxila	2,20	1,61	(0 - 5)	2,37	2,52	1,53	1,94	(0,4 - 5,3)	(0 - 6)
	Vertical Mandíbula	3,24	1,92	(0 - 6)	3,47	3,53	1,89	1,64	(0,2 - 6,3)	(0 - 7)
	Ântero-posterior maxila	2,30	1,22	(0 - 5)	2,75	2,06	1,93	1,30	(0,4 - 9,2)	(0 - 5,5)
	Ântero-posterior mandíbula	8,15	1,75	(6 -12)	8,58	8,23	1,68	1,93	(6 -12,7)	(6 - 13)
	Ântero-posterior mento	7,80	7,50	(0 -18)	7,96	8,10	7,15	6,87	(0 - 17,5)	(0 - 19)
<b>CLASSE III</b> n=10	Vertical Maxila	1,25	1,68	(0 - 5)	1,69	1,95	1,59	1,76	(0 - 5,2)	(0 - 7)
	Vertical Mandíbula	2,81	2,16	(0 -5,5)	3,20	3,03	1,98	2,00	(0,4 - 6,1)	(0 - 6,5)
	Ântero-posterior maxila	4,70	0,80	(4 - 6)	4,80	4,71	0,82	1,39	(3,5 - 6,3)	(3 - 7)
	Ântero-posterior mandíbula	4,30	1,38	(2 - 6)	4,51	4,33	1,42	1,42	(1,8 - 6,5)	(1,5 - 6)
	Ântero-posterior mento	0,40	0,84	(0 - 2)	0,58	1,10	1,23	1,22	(0 - 3,2)	(0 - 3,5)

DP: desvio-padrão; 3D: tridimensiona

A Tabela 3 apresenta os CCI intra e inter-examinadores referentes à marcação dos pontos maxilomandibulares no sentido vertical, nas radiografias pré e pós-operatórias (método manual).

**Tabela 3.** Análise da Confiabilidade da marcação dos pontos cefalométricos no sentido vertical em radiografias (método manual)

Medidas	CCI PRÉ OP				CCI PÓS OP			
	n=20		n=20		n=20		n=20	
	Inter	Min/Máx	Intra	Min/Máx	Inter	Min/Máx	Intra	Min/Máx
ENA – PHF	0,97	0,89-0,99	0,92	0,72-0,98	0,91	0,67-0,98	0,95	0,81-0,99
ENP – PHF	0,98	0,91-0,99	0,85	0,51-0,96	0,62	0,03-0,89	0,94	0,78-0,99
Plano Oclusal	0,93	0,73-0,98	0,93	0,76-0,98	0,95	0,82-0,99	0,97	0,87-0,99
Plano Mandibular	0,99	0,98-1,00	0,99	0,97-1,00	0,98	0,91-0,99	0,98	0,91-0,99

CCI PRE OP – Coeficiente de Correlação Intraclasse Pré-operatório; CCI PÓS OP – Coeficiente de Correlação Intraclasse Pós-Operatório; Inter – Inter-examinadores; Intra – intra-examinador; Min/Máx – Mínima/Máxima

A Tabela 4 mostra os CCI intra e inter-examinadores referentes à marcação dos pontos maxilomandibulares no sentido horizontal, nas radiografias pré e pós-operatórias (método manual).

**Tabela 4.** Análise da Confiabilidade da marcação dos pontos cefalométricos no sentido horizontal em radiografias (método manual)

Medidas	CCI PRÉ OP				CCI PÓS OP			
	n=20		n=20		n=20		n=20	
	Inter	Min/Máx	Intra	Min/Máx	Inter	Min/Máx	Intra	Min/Máx
A-N-perp	0,99	0,95-1,00	0,99	0,94-1,00	0,98	0,91-0,99	0,98	0,93-1,00
Ant IS-N-perp	1,00	0,99-1,00	0,99	0,94-1,00	0,99	0,95-1,00	0,99	0,96-1,00
Ant II-N-perp	1,00	0,99-1,00	0,99	0,94-1,00	0,99	0,96-1,00	0,99	0,96-1,00
B-N-perp	1,00	0,98-1,00	0,99	0,98-1,00	1,00	0,98-1,00	0,99	0,97-1,00
Pog-N-perp	0,99	0,98-1,00	0,99	0,95-1,00	0,99	0,97-1,00	0,99	0,96-1,00

CCI PRE OP – Coeficiente de Correlação Intraclasse Pré-operatório; CCI PÓS OP – Coeficiente de Correlação Intraclasse Pós-Operatório; Inter – Inter-examinadores; Intra – intra-examinador; Min/Máx – Mínima/Máxima



A Tabela 5 apresenta os CCI intra e inter-examinadores referentes à marcação dos pontos maxilomandibulares no sentido vertical, nas tomografias pré e pós-operatórias (método tridimensional).

**Tabela 5.** Análise da Confiabilidade da marcação dos pontos cefalométricos no sentido vertical em TCCB (método tridimensional)

Medidas	CCI PRÉ OP				CCI PÓS OP			
	n=20		n=20		n=20		n=20	
	Inter	Min/Máx	Intra	Min/Máx	Inter	Min/Máx	Intra	Min/Máx
ENA-PHF	1,00	0,99-1,00	0,99	0,95-1,00	0,99	0,94-1,00	0,98	0,93-1,00
ENP-PHF	0,98	0,92-0,99	0,94	0,76-0,98	0,98	0,91-0,99	0,90	0,66-0,98
Plano oclusal	0,96	0,86-0,99	0,96	0,84-0,99	0,93	0,75-0,98	0,81	0,41-0,95
Plano Mandibular	1,00	0,98-1,00	1,00	0,98-1,00	0,99	0,97-1,00	1,00	0,98-1,00
Altura Mandibular	0,99	0,97-1,00	0,99	0,95-1,00	0,99	0,98-1,00	0,97	0,88-0,99

CCI PRE OP – Coeficiente de Correlação Intraclasse Pré-operatório; CCI PÓS OP – Coeficiente de Correlação Intraclasse Pós-Operatório; Inter – Inter-examinadores; Intra – intra-examinador; Min/Máx – Mínima/Máxima

A Tabela 6 apresenta os CCI intra e inter-examinadores referentes à marcação dos pontos maxilomandibulares no sentido horizontal, nas tomografias pré e pós-operatórias (método tridimensional).

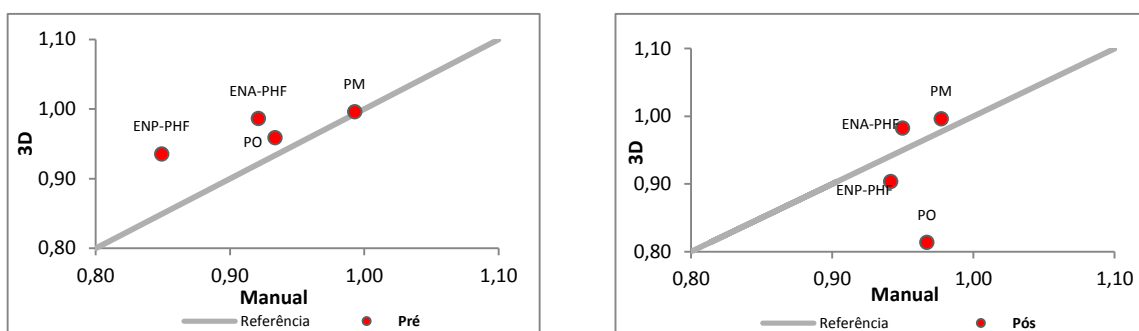
**Tabela 6.** Análise da Confiabilidade da marcação dos pontos cefalométricos no sentido horizontal em TCCB (método tridimensional)

Medidas	CCI PRÉ OP				CCI PÓS OP			
	n=20		n=20		n=20		n=20	
	Inter	Min/Máx	Intra	Min/Máx	Inter	Min/Máx	Intra	Min/Máx
A-N-perp	1,00	0,98-1,00	1,00	0,90-1,00	0,99	0,97-1,00	0,99	0,97-1,00
Ant IS-N-perp	0,99	0,96-1,00	0,99	0,98-1,00	1,00	0,99-1,00	0,99	0,96-1,00
Ant II-N-perp	1,00	0,99-1,00	1,00	0,99-1,00	1,00	0,99-1,00	0,99	0,95-1,00
B-N-perp	1,00	1,00-1,00	1,00	0,99-1,00	0,99	0,95-1,00	0,99	0,95-1,00
Pog-N-perp	1,00	0,99-1,00	1,00	0,99-1,00	0,99	0,97-1,00	1,00	0,99-1,00

CCI PRE OP – Coeficiente de Correlação Intraclasse Pré-operatório; CCI PÓS OP – Coeficiente de Correlação Intraclasse Pós-Operatório; Inter – Inter-examinadores; Intra – intra-examinador; Min/Máx – Mínima/Máxima

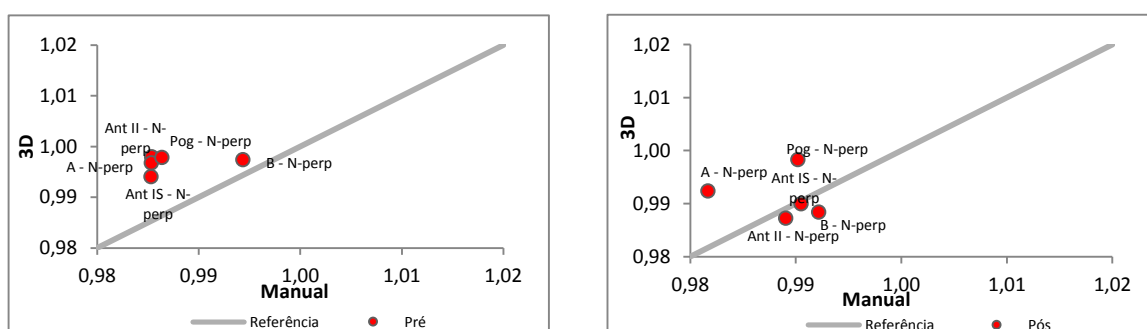
O Gráfico 1 apresenta a comparação entre os movimentos verticais, na sua forma manual (representado pelo eixo horizontal) e tridimensional (eixo vertical) no período pré e pós-operatório, oriundo da correlação entre as análises de confiabilidade da avaliação vertical manual x avaliação vertical tridimensional (tabela 3 x tabela 5).

**Gráfico 1.** Correlação entre as análises de confiabilidade da avaliação vertical manual x avaliação vertical tridimensional nos períodos pré e pós-operatório



O Gráfico 2 apresenta a comparação entre os movimentos horizontais na forma manual (representado pelo eixo horizontal) e tridimensional (eixo vertical), no período pré e pós-operatório, oriundos da correlação entre as análises de confiabilidade da avaliação horizontal manual x avaliação horizontal tridimensional (tabela 4 x tabela 6).

**Gráfico 2.** Correlação entre as análises de confiabilidade da avaliação horizontal manual x avaliação horizontal tridimensional nos períodos pré e pós-operatório



A tabela 7 apresenta o cálculo da Acurácia (*root mean squared error – RMSE*) e Precisão (desvio-padrão) dos métodos de avaliação manual (radiografias) e tridimensional (tomografias) medidas através da diferença entre os movimentos planejados e executados.

**Tabela 7.** Acurácia (*root mean squared error – RMSE*) e Precisão (desvio-padrão) dos métodos manual e tridimensional de avaliação.

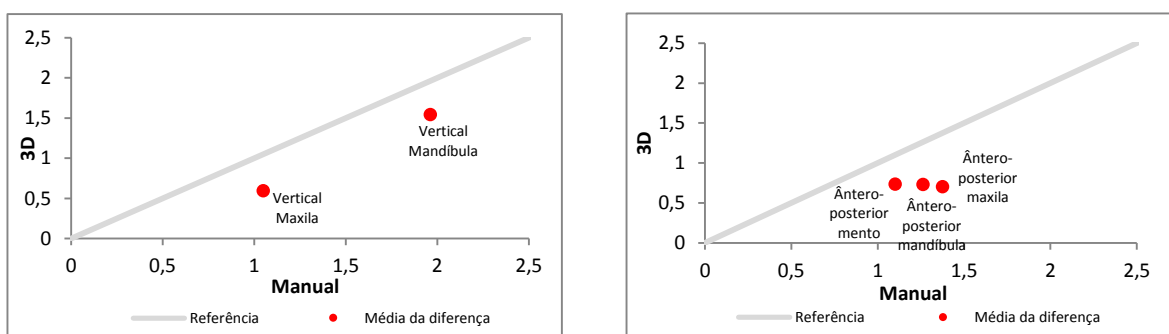
Movimento	Manual		3D		P-Value <sup>+</sup>
	Média ± DP	RMSE	Média ± DP	RMSE	
Vertical Maxila	1,05±0,44	1,14	0,60±0,37	0,7	0,000*
Vertical Mandíbula	1,96±0,97	2,19	1,55±0,72	1,14	0,032*
Ântero-posterior Maxila	1,26±0,69	1,44	0,73±0,36	0,81	0,000*
Ântero-posterior Mandíbula	1,10±0,65	1,28	0,74±0,30	0,79	0,002*
Ântero-posterior Mento	1,38±0,65	1,52	0,71±0,44	0,83	0,000*

<sup>+</sup>Teste t-Student

\*P-value<0,05

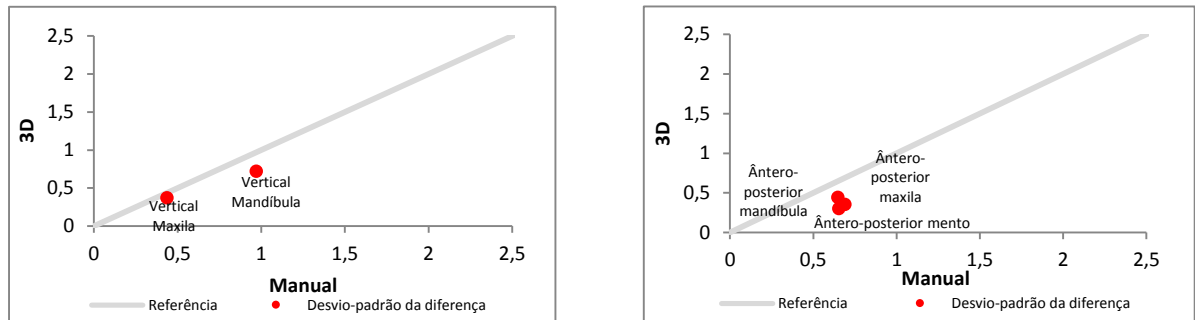
O Gráfico 3 apresenta a média da diferença dos valores de acurácia (método manual e tridimensional de avaliação) nos agrupamentos realizados entre as medidas no sentido vertical e horizontal.

**Gráfico 3.** Representação gráfica da média da diferença dos valores de Acurácia dos métodos manual e tridimensional de avaliação (vertical e horizontal)



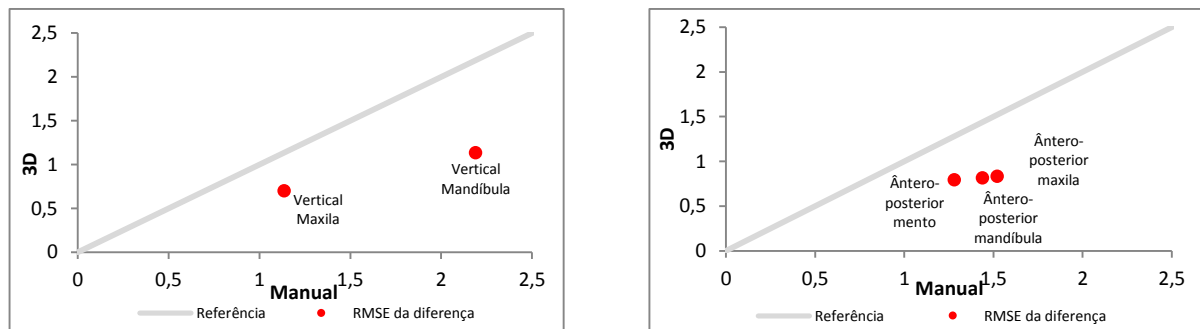
O Gráfico 4 apresenta o desvio – padrão da diferença dos valores de acurácia (método manual e tridimensional de avaliação) nos agrupamentos realizados entre as medidas no sentido vertical e horizontal.

**Gráfico 4.** Representação gráfica do desvio – padrão da diferença dos valores de Acurácia dos métodos manual e tridimensional de avaliação (vertical e horizontal)



O Gráfico 5 apresenta o RMSE da diferença dos valores de acurácia (método manual e tridimensional de avaliação) nos agrupamentos realizados entre as medidas no sentido vertical e horizontal.

**Gráfico 5.** Representação gráfica do RMSE da diferença dos valores de Acurácia dos métodos manual e tridimensional de avaliação (vertical e horizontal)



## 5 DISCUSSÃO

A precisão da análise cefalométrica é importante para o planejamento pré-operatório e para a análise dos resultados pós-operatórios do tratamento de casos com discrepâncias esqueléticas a serem corrigidas pela Cirurgia Ortognática. Isso tem importância fundamental para a escolha da opção de tratamento pelo profissional. Além disso, pode proporcionar ao paciente uma imagem mais real do resultado cirúrgico.<sup>33</sup>

Os rápidos avanços na ciência da computação levaram à ampla aplicação de computadores e *softwares* na análise cefalométrica.<sup>33</sup> O foco de interesse do presente estudo foi avaliar a precisão e a acurácia dos métodos de planejamento manual tradicional e tridimensional, utilizando para isso análises específicas nas radiografias teleperfil e na CBCT, com o auxílio do Dolphin Imaging Software.

A identificação dos pontos cefalométricos, tanto manual quanto tridimensionalmente, é considerada um desafio nesse tipo de pesquisa, sendo muitos deles *in vitro*.<sup>34</sup> Estudos apontam que a capacidade de identificação de um ponto ou medida é, muitas vezes, afetada pela experiência do profissional envolvido nessa tarefa.<sup>35</sup> Afirma-se, também, que erros na identificação em medições 3D podem ser induzidos pela adição de uma terceira dimensão, e esta ser fonte de imprecisão. Além disso, outro fator associado à imprecisão é a existência de uma curva de aprendizado ao se realizar traçados e análises em modelos 3D, especialmente quando o profissional está mais acostumado em realizar análises manuais.<sup>36</sup>

Os 20 pacientes deste estudo foram divididos em 2 grupos, de acordo com o padrão facial, sendo que 10 deles eram padrão classe II e 10 eram padrão classe III. Em relação ao sexo, 13 eram do sexo feminino e 7 eram do sexo masculino. O tempo médio de solicitação das telerradiografias pré-operatórias foi de aproximadamente 1,8 meses, enquanto que, para as TCCB foi de aproximadamente 4,3 meses antes da

cirurgia. As telerradiografias pós-operatório foram solicitadas, em média, 6,4 meses, enquanto que as TCCB foram solicitadas, em média, 7,4 meses após a cirurgia.

As variáveis (vertical: maxila, mandíbula e mento; horizontal: maxila, mandíbula e mento), mostradas na Tabela 2, apresentam a diferença (em mm) entre os movimentos planejados (planejamento manual) e executados (análise manual e 3D) no período pós-operatório da CO bimaxilar. A análise tridimensional foi predominante superior (acurada e precisa) na maioria dos agrupamentos dos pacientes padrão classe II, visto que os valores de média, desvio-padrão e variação mais se aproximaram do valor planejado. No entanto, as variáveis “ântero-posterior de maxila” e “ântero-posterior de mandíbula” favoreceram a avaliação manual.

Nos pacientes padrão classe III, a avaliação manual apresentou os resultados mais precisos e acurados quando comparada à tridimensional para as variáveis vertical de maxila, ântero-posterior de maxila e ântero-posterior de mandíbula. Nas demais, os melhores resultados ocorreram no método de avaliação tridimensional. De modo geral, a acurácia e a precisão dos movimentos executados é maior na análise 3D.

Para avaliar o nível de concordância intra e inter-examinadores utilizou-se o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) proposto por Fisher.<sup>37</sup> Seus índices apontam que valores  $0,4 \leq CCI < 0,75$  são considerados satisfatórios na interpretação e reprodutibilidade de um estudo.  $CCI < 0,4$  são considerados pobres e valores  $CCI \geq 0,75$  são considerados excelentes na interpretação da reprodutibilidade de um estudo.

A confiabilidade na marcação dos pontos utilizados nesse estudo, tanto no método manual quanto no método 3D apontou valores considerados excelentes. Tanto para o período pré quanto pós-operatório, a confiabilidade intra e inter-examinadores foi excelente. Apenas a medida ENP – PHF, na concordância inter-examinadores da avaliação manual apresentou um valor reduzido ( $CCI=0,62$ ), mesmo assim sendo satisfatório.

Em suma, todos os pontos e medidas apresentaram CCI próximos de 1, indicando uma correlação quase perfeita, tanto para confiabilidade inter quanto intra-examinadores. Isso demonstra que a identificação dos pontos e a mensuração das medidas nos métodos manual e 3D é precisa.

Alguns estudos publicados na literatura apontam apenas para a identificação dos pontos cefalométricos em diferentes análises tridimensionais não se estendendo a mensuração das medidas numa forma comparativa com análises manuais.<sup>38,39</sup> Seus resultados confirmam índices de localização (CCI) dos pontos a exemplo dos valores encontrados nesse estudo com valores, na sua maioria, considerados bons e ótimos.

No entanto, diferentes estudos apontam que na reprodutibilidade inter-observadores dos traçados cefalométricos, existem diferenças significativas quando se trata da identificação de alguns pontos anatômicos. Isso se deve ao fato de que a variação é altamente dependente da qualidade da imagem cefalométrica bidimensional.<sup>40,41</sup> Além disso, como mencionado anteriormente, há uma curva de aprendizado ao se realizar traçados e análises em modelos 3D.<sup>36</sup>

Desta forma, presume-se que os estudos que avaliaram os resultados através do método manual, superestimam os resultados e que a melhor forma de realizar essa avaliação é através do método 3D, uma vez que é considerado mais acurado e mais preciso.

Este estudo reproduziu e foi capaz de comprovar que embora exista a dificuldade na identificação dos pontos e medidas cefalométricas na forma manual, quando trabalharmos com exames radiográficos de boa qualidade, a identificação destes é possível e os traçados são reprodutíveis.

Quando realiza-se a correlação entre as análises de confiabilidade da avaliação vertical manual x avaliação vertical tridimensional, observa-se que o método 3D foi superior nas medidas verticais (ENP-PHF), (ENA-PHF) e (PO) do período pré-operatório quando comparado ao método manual. Na medida (PM) as duas análises foram similares. No período pós-operatório, a análise 3D foi superior à manual em

duas medidas verticais (ENA-PHF e PM), enquanto que a análise manual foi superior à 3D em três medidas verticais (AM, ENP-PHF e PO) (Gráfico 1).

Na correlação entre as análises de confiabilidade da avaliação horizontal manual x avaliação horizontal tridimensional verifica-se que, no movimento horizontal pré-operatório, a análise 3D foi superior para todas as medidas. Para os movimentos horizontais pós-operatórios, a análise 3D foi superior para as medidas (A - N-perp) e (Pog - N-perp). Enquanto que a avaliação manual foi superior para as medidas (Ant II - N-perp) e (B - N-perp). Para a medida (Ant IS - N-perp) observa-se similaridade no resultado das análises (Gráfico 2).

Num estudo *in vitro* publicado recentemente, utilizando crânios secos, onde foram realizadas comparações de medidas a partir de telerradiografias com imagens tomográficas, os autores observaram que para todos os pontos analisados pelo estudo a diferença média entre a distância real anatômica avaliada a partir da TCCB foi menor do que as medidas radiográficas realizadas a partir da cefalometria lateral. Eles sugerem que diagnósticos e planos de tratamento ortodôntico, com vistas a realização de cirurgias ortognáticas seria prudente utilizar somente TCCB, tamanha qualidade e precisão deste exame.<sup>34,42</sup>

A partir dos resultados expostos neste estudo (Tabela 7), nota-se o método 3D possui melhor acurácia e precisão quando comparado ao método manual – de fato, as médias e os desvios-padrão possuem valores menores. O RMSE, indicador que resume as duas medidas, é menor no método 3D, em todas as variáveis. Além de apresentar os valores mais próximos do planejado, o método 3D apresenta menor variação nas medidas obtidas.

As médias dos escores das diferenças entre os movimentos planejados e os movimentos executados em cada um dos métodos de avaliação foram menores no grupo do método de avaliação tridimensional para todas as variáveis analisadas. Essa diferença foi estatística significativa ( $p < 0,05$ ) para cinco (“Vertical Maxila”, “Vertical Mandíbula”, “Ântero-posterior Maxila”, “Ântero-posterior Mandíbula” e “Ântero-posterior Mento”) das seis variáveis testadas. Apenas a variável “Vertical Mento” não apresentou diferença estatística quanto aos métodos de avaliação.



Assim, quando comparados as médias dos escores das diferenças, observa-se também que a acurácia do método 3D é melhor do que a do método manual, uma vez que os valores apresentados estão abaixo da linha de referência (linha que representa a igualdade entre os dois valores). Isso significa que os valores obtidos pelo método 3D são mais próximos do previsto quando comparados aos valores obtidos pelo método manual (Gráfico 3).

Estatisticamente, nota-se que os desvios-padrão dos valores obtidos são mais próximos da linha de referência, mas ainda assim menores no método 3D. De fato, as medidas do método 3D variam menos em torno da média do que as medidas do método manual (Gráfico 4).

Por fim, o Gráfico 5 mostra o RMSE, que unifica as duas medidas apresentadas anteriormente. A maior precisão e maior acurácia do método 3D são evidenciadas pelos valores abaixo da linha de referência. Isso significa que os valores obtidos por este método são tanto mais próximos dos valores-alvo quanto menos dispersos em torno da média.

Diante disso, percebemos que o domínio do planejamento para a realização da CO Bimaxilar por parte do profissional envolvido é de suma importância. Este estudo demonstrou que o método tridimensional de avaliação do planejamento oferece maior precisão e acurácia quando comparado ao método manual devido maiores possibilidades e recursos de trabalho com a utilização da tecnologia 3D. No entanto, o conhecimento e a experiência do cirurgião responsável pelo tratamento representam parte fundamental no tratamento para que seja reproduzido no paciente no trans-cirúrgico, aquilo que realmente foi planejado.

## 6 CONCLUSÕES

- A partir dos dados registrados pelo CCI inter e intra-examinador e discutidos neste estudo conclui-se que os 2 métodos de avaliação, manual e tridimensional são precisos e acurados quando se executa o registro dos pontos e realiza-se as medidas que serão necessárias para definir o movimento. Suas diferenças restringem-se na avaliação dos resultados dos movimentos previstos e executados.
- Os movimentos previstos estão sendo identificados no período pós-operatório e a avaliação tridimensional é a mais precisa para avaliar e quantificar essas mudanças.
- A análise tridimensional representa com maior fidelidade as estruturas anatômicas a serem avaliadas, possibilitando menor risco de ocorrências de erros na identificação dos pontos, já que não observa-se sobreposição dessas estruturas nas imagens tomográficas.

## REFERÊNCIAS

1. Becelli R, Renzi G, Carboni A, Cerulli G, Perugini M. Evaluation of the esthetic results of patient group treated surgically for dentoskeletal class III malocclusion. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 2002; 17(3):171-179.
2. Stellzig-Eisenhauer A, Lux CJ, Schuster G. Treatment decision in adult patients with Class III malocclusion: Orthodontic therapy or orthognathic surgery? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002; 122(1):27-37; discussion 37-8.
3. Bryan DC, Hunt NP. Surgical accuracy in orthognathic surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1993; 31(6):343-349.
4. Barbenel JC, Paul PE, Khambay BS, Walker FS, Moos KF, Ayoub AF. Errors in orthognathic surgery planning: the effect of inaccurate study model orientation. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010; 39(11):1103-1108.
5. Ellis E, Tharanon W, Gambrell K. Accuracy of face-bow transfer: effect on surgical prediction and postsurgical result. *J Oral Maxillofac Surg.* 1992; 50(6):562-567.
6. Sharifi A, Jones R, Ayoub AF, Moos KF, Walker FS, Khambay BS et al. How accurate is model planning for orthognathic surgery? *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 37(12):1089-1093.
7. Becker OE, Avelar RL, do N Dolzan A, Haas OL Jr, Scolari N, de Oliveira RB. Soft and hard tissue changes in skeletal Class III patients treated with double- jaw orthognathic surgery - Maxillary advancement and mandibular setback. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014; 43(2):204-212.
8. Gateno J, Xia JJ, Teichgraeber JF. New 3-dimensional cephalometric analysis for orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2011; 69(3):606-622.
9. Gateno J, Xia JJ, Teichgraeber JF. New methods to evaluate craniofacial deformity and to plan surgical correction. *Semin Orthod.* 2011; 17(3):225-234.
10. Ong TK, Banks RJ, Hildreth AJ. Surgical accuracy in Le Fort I maxillary osteotomies. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2001; 39(2):96–102.
11. Kretschmer WB, Zoder W, Baciut G, Bacuit M, Wangerin K. Accuracy of maxillary positioning in bimaxillary surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2009; 47(6):446–449.
12. Polido WD, Ellis E, Sinn DP. An Assessment of the Predictability of Maxillary Surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 1990; 48(7):897-701.



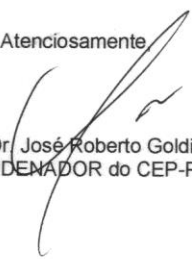
13. Polido WD, Ellis E, Sinn DP. An assessment of the predictability of the maxillary repositioning. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1991; 20(6):349-352.
14. Hillerup S, Bjørn-Jørgensen J, Donatsky O, Jacobsen PU. Precision of orthognathic surgery. A computerized cephalometric analysis of 27 patients. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1994; 23(5):255-261.
15. Gil JN, Claus JD, Manfro R, Lima SM Jr. Predictability of maxillary repositioning during bimaxillary surgery: accuracy of a new technique. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2007; 36(4):296-300.
16. de Freitas LM, de Freitas KM, Pinzan A, Janson G, de Freitas MR. A comparison of skeletal, dentoalveolar and soft tissue characteristics in white and black Brazilian subjects. *J Appl Oral Sci.* 2010; 18(2):135–142.
17. Souza KR, Oltramari-Navarro PV, Navarro Rde L, Conti AC, Almeida MR. Reliability of a method to conduct upper airway analysis in cone-beam computed tomography. *Braz Oral Res.* 2013; 27(1):48–54.
18. Halazonetis DJ. From 2 dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 127(5):627–637.
19. Gil JN, Campos FE, Claus JD, Gil LF, Marin C, de Freitas SF. Medial canthal region as an external reference point in orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011; 69(2):352-355.
20. Kusnoto B. Two-dimensional cephalometry and computerized orthognathic surgical treatment planning. *Clin Plastic Surg.* 2007; 34(3):417–426.
21. Gossett CB, Preston CB, Dunford R, Lampasso J. Prediction accuracy of computer-assisted surgical visual treatment objectives as compared with conventional visual treatment objectives. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005; 63(5):609-617.
22. Swennen GR, Schutyser F. Three-dimensional virtual approach to diagnosis and treatment planning of maxillo-facial deformity. W. Bell (Ed.), *Distraction Osteogenesis of the Facial Skeleton*, BC Decker Inc, Hamilton (2007), p. 55
23. Power G, Breckon J, Sherriff M, McDonald F. Dolphin Imaging Software: analysis of the accuracy of cephalometric digitization and orthognathic prediction. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005; 34(6):619-626.
24. Tucker S, Cevidanes LHS, Styner M, Kim H, Reyes M, Proffit W et al. Comparison of actual surgical outcomes and 3-dimensional surgical simulations. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010; 68(10):2412-2421.
25. Burden D, Johnston C, Kennedy D, Harradine N, Stevenson M. A cephalometric study of Class II malocclusion treated with mandibular surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 131(1):7.e1-8.

26. Magro-Filho O, Magro-Érnica N, Queiroz TP, Aranega AM, Garcia Jr IR. Comparative study of 2 software programs for predicting profile changes in Class III patients having double-jaw orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137(4):452.e1-452.e5.
27. Becker OE, Avelar RL, Dolzan A do N, Göelzer JG, Haas OL Jr, de Oliveira RB. Implant handpiece with adapted drills in orthognathic surgery: preventing facial scars. *J Craniofac Surg.* 2012; 23(6):e529-530.
28. Hackney FL, Timmis DP, Van Sickels JE. Esthetic evaluation of frontal labial morphology after double V-Y closure following Le Fort I osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg.* 1989; 47(12):1277-1280.
29. Cevidanes LHC, Bailey LJ, Tucker Jr GR, Styner MA, Mol A, Phillips CL et al. Superimposition of 3D cone-beam CT models of orthognathic surgery patients. *Dentomaxillofac Radiol.* 2005; 34(6):369-375.
30. Maes F, Collignon A, Vandermeulen D, Marchal G, Suetens P. Multimodality image registration by maximization of mutual information. *IEEE Trans Med Imaging.* 1997; 16(2):187-198.
31. Cevidanes LHC, Heymann G, Cornelis MA, DeClerck HJ, Tulloch JFC. Superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models of growing patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 136(1):94-99.
32. A. Katsumata, M. Fujishita, M. Maeda, Y. Arijji, E. Arijji, RP Langlais. Avaliação 3D-TC de assimetria facial. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 99(2):212-220
33. Naoumova J, Lindman R. A comparison of manual traced images and corresponding scanned radiographs digitally traced. *Eur J Orthod.* 2009; 31: 247– 253
34. Shokri A, Khajeh S, Khavid A. Evaluation of the Accuracy of Linear Measurements on Lateral Cephalograms Obtained From Cone-Beam Computed Tomography Scans With Digital Lateral Cephalometric Radiography: An In Vitro Study. 2014; 25(5):1710-1713.
35. Sayinsu K, Isik F, Trakyali G, Arun T. An evaluation of the errors in cephalometric measurements on scanned cephalometric images and conventional tracings. *Eur J Orthod.* 2007; 29:105-108.
36. van Vlijmen OJC, Maal T, Berge SJ, Bronkhorst EM, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman AM. A comparison between 2D and 3D cephalometry on CBCT scans of human skulls. . *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010; 39(2):156-160.
37. Fisher RA. 1925. *Statistical methods for research workers.* New York. Hafner Press.



38. Schlicher W, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Hatcher DC, Miller AJ. Consistency and precision of landmark identification in three dimensional cone beam computed tomography scans. *Eur J Orthod.* 2012; 34(3):263-75.
39. de Oliveira AE, Cevidanes LH, 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): 256–265.
40. Kamoen A, Dermaut L, Verbeeck R. The clinical significance of error measurement in the interpretation of treatment results. *Eur J Orthod.* 2001; 23(5):569-78.
41. Lagravère MO, Low C, Flores-Mir C, Chung R, Carey JP, Heo G et al. Intraexaminer and interexaminer reliabilities of landmark identification on digitized lateral cephalograms and formatted 3-dimensional cone-beam computerized tomography images. *Am J Orthod Dentofacial.* 2010; 137(5):598-604.
42. 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): 803–811.

**ANEXOS**

**Anexo A.** Protocolo CEP 05/02890 do projeto sob o título: “Estudo clínico transversal do uso de miniplacas e parafusos de titânio em cirurgia bucomaxilofacial”

	<p>PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP - PUCRS</p>	
<p>Ofício nº 232/06-CEP</p>		<p>Porto Alegre, 17 de março de 2006.</p>
<p>Senhor(a) Pesquisador(a)</p>		
<p>O Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa registro CEP 05/02890, intitulado: “Estudo clínico transversal do uso de mini-placas e parafusos de titânio em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial”.</p>		
<p>Sua investigação está autorizada a partir da presente data.</p>		
<p>Relatório parcial e final devem ser apresentados ao CEP. Inicialmente, em 17/09/2006.</p>		
<p>Atenciosamente</p>		
		
<p>Prof. Dr. José Roberto Goldim COORDENADOR do CEP-PUCRS</p>		
<p>Ilmo(a) Sr(a) Rogério Belle de Oliveira N/Universidade</p>		

**Anexo B.** Carta de aprovação da Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS.

	<b>SIPESQ</b> Sistema de Pesquisas da PUCRS	
<hr/>		
Código SIPESQ: 5676	Porto Alegre, 27 de agosto de 2014.	
Prezado(a) Pesquisador(a),		
<p>A Comissão Científica da FACULDADE DE ODONTOLOGIA da PUCRS apreciou e aprovou o Projeto de Pesquisa "Avaliação da precisão em cirurgia ortognática bimaxilar iniciada pela maxila ou pela mandíbula utilizando tomografias cone beam" coordenado por ROGERIO BELLE DE OLIVEIRA. Caso este projeto necessite apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e/ou da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), toda a documentação anexa deve ser idêntica à documentação enviada ao CEP/CEUA, juntamente com o Documento Unificado gerado pelo SIPESQ.</p>		
Atenciosamente,		
Comissão Científica da FACULDADE DE ODONTOLOGIA		
<hr/>		