



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
MESTRADO EM CIÊNCIAS ODONTOLÓGICAS INTEGRADAS**

EVERTON JOSÉ DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA PREVISIBILIDADE DO POSICIONAMENTO DA MAXILA EM
PLANEJAMENTOS PREDICTIVOS TRADICIONAIS E VIRTUAIS TRIDIMENSIONAIS
EM CIRURGIA ORTOGNÁTICA**

Cuiabá
2017

EVERTON JOSÉ DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA PREVISIBILIDADE DO POSICIONAMENTO DA MAXILA EM
PLANEJAMENTOS PREDICTIVOS TRADICIONAIS E VIRTUAIS TRIDIMENSIONAIS
EM CIRURGIA ORTOGNÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas da Universidade de Cuiabá - UNIC, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência Odontológicas Integradas.

Orientador: Dr. Alexandre Meireles Borba

Cuiabá
2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Nº Cutter Da Silva, Everton José.
Avaliação da previsibilidade do posicionamento da maxila em planejamentos
predictivos tradicionais e virtuais tridimensionais em cirurgia ortognática / Everton José
da Silva. – Cuiabá, 2017.

85f. : il.

Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação em Ciências
Odontológicas Integradas, Universidade de Cuiabá, 2017.
“Orientador: Prof. Dr. Alexandre Meireles Borba.”

1. Cirurgia Ortognática. 2. Precisão dimensional. 3. Tomografia Computadorizada.
I. Título.

EVERTON JOSÉ DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA PREVISIBILIDADE DO POSICIONAMENTO DA MAXILA EM
PLANEJAMENTOS PREDICTIVOS TRADICIONAIS E VIRTUAIS TRIDIMENSIONAIS
EM CIRURGIA ORTOGNÁTICA**

Dissertação apresentada à UNIC, no Mestrado em Ciências Odontológicas Integradas. Área de concentração em Odontologia como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores:

Prof. Dr. Alexandre Meireles Borba
(Orientador)
UNIC

Prof. Dr. Alvaro Henrique Borges
UNIC

Prof. Dr. Liogi Iwaki Filho
UEM

Cuiabá, 29 de março de 2017.

A Deus por ter me criado, e por ser quem me capacita e me ajuda a vencer.
A minha esposa por todo amor e incentivo.
Aos meus pais pelo exemplo de caráter, humildade e humanidade.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pelo dom da vida, pela sabedoria a mim concedida e por me possibilitar firmeza todos os dias;

Aos meus pais, José e Jucélia, por todo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida. Vocês são meu exemplo de caráter, dignidade e família;

A minha esposa, Karinna O. Faro Silva, por ser o alicerce, meu porto seguro, por me aguentar todos os dias, por ser minha companheira, pela amizade e principalmente pelo amor. Você é a mulher da minha. Te amo muito!

Aos meus mais que colegas, amigos de curso, por todo o tempo que estivemos juntos, pelo conhecimento trocado. Vocês são e serão uma parte muito feliz da minha vida.

Ao meu Orientador, padrinho e amigo Prof. Dr. Alexandre Meireles Borba, pelo esforço dedicado, por todo conhecimento dividido desde a residência e também no mestrado, pela parceria e paciência nos planejamentos, Muito obrigado!

Ao Coordenador do Mestrado em Ciências Odontológicas Integradas da Universidade de Cuiabá – UNIC, Prof. Dr. Álvaro Henrique Borges, pela oportunidade de conhecimento concedida.

Ao Diretor da Faculdade de Odontologia da Universidade de Cuiabá – UNIC, Fábio Luis Miranda Pedro.

À secretaria do Programa de Mestrado da Universidade de Cuiabá, por todo o suporte fornecido durante o curso.

Aos Professores Doutores do Mestrado em Ciências Odontológicas Integradas da Universidade de Cuiabá – UNIC, Alessandra Nogueira Porto, Alex Semenoff Segundo, Alexandre Meireles Borba, Álvaro Henrique Borges, Andreza Maria Fábio Aranha, Cyntia Rodrigues de Araujo Estrela, Evanice Menezes Marçal Vieira, Fábio Luís Miranda Pedro, Luiz Evaristo Ricci Volpato, Mateus Rodrigues Tonetto, Matheus Coelho Bandéca, Orlando Aguirre Guedes e Tereza Aparecida D. V. Semenoff.

Conhecer os outros é inteligência,
conhecer-se a si próprio é verdadeira
sabedoria. Controlar os outros é força,
controlar-se a si próprio é verdadeiro poder.

Lao-Tsé



LISTA DE TABELAS

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 –** Avaliação da acurácia intergrupos em relação aos eixos horizontal e vertical, com p-valor do teste de Wilcoxon
- Tabela 2 –** Avaliação das variáveis independentes em relação ao eixo X, com p-valor do teste Exato de Fisher
- Tabela 3 -** Avaliação das variáveis independentes em relação ao eixo Y, com p-valor do teste Exato de Fisher



LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1a –** Referências verticais dos movimentos realizados pelo incisivo central superior
- Figura 1b -** Referências horizontais dos movimentos realizados pelo incisivo central superior
- Figura 2 –** Traçados pré e pós sobrepostos para mensuração dos movimentos do ponto U1



SUMÁRIO

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	-----	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	-----	20
3	METODOLOGIA	-----	25
3.1	Desenho do Estudo	-----	26
3.2	Amostra do Estudo	-----	26
3.3	Avaliação Virtual	-----	27
3.4	Análise Estatística	-----	29
4	RESULTADOS	-----	30
5	DISCUSSÃO	-----	33
6	CONCLUSÕES	-----	37
7	REFERÊNCIAS	-----	39
8	ANEXOS	-----	44



RESUMO

RESUMO

Introdução: O emprego de traçados predictivos manuais no planejamento de cirurgia ortognática é o método mais tradicional de se prever os possíveis resultados cirúrgicos, no entanto apresenta limitações quanto à acurácia dos movimentos, uma vez que sua avaliação é apenas bidimensional. A utilização de planejamentos virtuais tridimensionais, conseguidos por meio das tomografias computadorizadas, sugere maiores rapidez no planejamento e acurácia dos resultados.

Objetivo: O objetivo desse trabalho foi apresentar uma metodologia de avaliação e comparação da acurácia entre planejamento tradicional e virtual tridimensional, bem como avaliar variáveis de amostra que possam influenciar os resultados.

Metodologia: Imagens radiográficas pré e pós-operatórias de indivíduos com discrepância maxilomandibular submetidos a cirurgia ortognática (bimaxilar ou só de maxila) foram avaliadas de acordo com o método de planejamento: tradicional versus virtual. Mensurou-se, por meio do software Dolphin Imaging, as medidas obtidas do movimento do incisivo central superior comprando-as com o movimento previsto. Os resultados obtidos foram submetidos a análise estatística descritiva e analítica a nível de significância de 5%.

Resultados: Nesse estudo não se observou diferença estatisticamente significativa na acurácia dos movimentos planejados e realizados ao se comparar o método de cirurgia tradicional com o virtual. As variáveis segmento de início da cirurgia e padrão facial mostraram influência significativa na acurácia do planejamento em cirurgia ortognática.

Conclusão: Não há diferença na acurácia entre planejamento tradicional e virtual. Início da cirurgia pela maxila e padrão facial tipo III apresentaram maior acurácia.

Palavras-chave: Cirurgia ortognática, precisão dimensional, tomografia computadorizada, planejamento virtual



ABSTRACT

ABSTRACT

Introduction: The use of manual predictive tracings in orthognathic surgical planning is the most traditional method of calculating possible surgical results, however, it has limitations on the accuracy of movements, since its evaluation is only two-dimensional. The use of three-dimensional virtual planning, obtained by means of the computerized tomography, suggests a greater speed in the planning and accuracy of the results.

Objective: The objective of this work was to present a methodology for evaluating and comparing the accuracy of traditional and virtual tridimensional planning, as well as evaluating sample variables that may influence the results.

Methodology: Pre-and postoperative radiographic images of individuals with maxillomandibular discrepancy submitted to orthognathic surgery (bimaxillary or maxillary only) were evaluated according to the traditional versus virtual planning method. Measurements obtained from the movement of the upper central incision were assessed using Dolphin Imaging software, comparing predicted and obtained movement. The results were submitted to descriptive and analytical statistical analysis at a significance level of 5%.

Results: In this study, there was no statistically significant difference in the accuracy between predicted and obtained movements when comparing traditional versus virtual surgery method. The segment in which bimaxillary surgery began and patient's facial pattern displayed a significant influence on the accuracy of orthognathic surgery planning.

Conclusion: There is no difference in the accuracy between traditional and virtual planning. Beginning of the surgery by the maxilla and facial pattern type III presented greater accuracy.

Key words: Orthognathic surgery, dimensional accuracy, computed tomography, virtual planning



1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A anatomia da face e a relação dento-esquelética dos maxilares podem apresentar alterações inerentes ao desenvolvimento, ocasionando as deformidades dentofaciais, com repercussão de diminuição funcional do sistema estomatognático e prejuízo na estética da face. A cirurgia ortognática, comumente associada à intervenção ortodôntica pré e pós-operatória, é a terapêutica preferível para tratar deformidades faciais e envolve osteotomia dos ossos maxila e mandíbula, corrigindo as deformidades dento-faciais e promovendo a harmonia funcional e estética dos maxilares e da face. (ARNETT; BERGMAN, 1993; MCCOMICK, 2011) A restauração da oclusão dentária, das funções mastigatória, fonética e respiratória aliadas à estética facial, com decisiva contribuição ao estado emocional do paciente, faz da cirurgia ortognática uma opção cada vez mais popular no tratamento das deformidades faciais. (MENEZES et al., 2013)

Para a correta execução e resultado preciso na cirurgia ortognática, é necessário um planejamento cirúrgico no qual uma série de dados são obtidos para a realização de diagnóstico da deformidade dento-esquelética, proporcionando a idealização dos movimentos dos maxilares e que possam ser reproduzidos na cirurgia. Tradicionalmente esses dados são obtidos pela associação do exame físico, telerradiografia lateral, traçado predictivo, modelos dentários em gesso montados com auxílio do arco facial em articuladores odontológicos semi-ajustáveis e fotografias da face. A simulação dos movimentos cirúrgicos simulados no traçado predictivo, realizado manualmente ou em software apropriado com imagens bidimensionais, são então transferidos à cirurgia de modelo que movimentada manualmente os modelos de gesso à posição desejada, permitindo que o guia cirúrgico seja confeccionado também manualmente. (SCHWARTZ, 2014)

No entanto, o avanço na tecnologia das imagens tridimensionais tem resultado em uma série de novas ferramentas que auxiliam no planejamento pré-operatório e na confecção de guias cirúrgicos para cirurgia ortognática. A tomografia computadorizada gera uma imagem volumétrica das estruturas anatômicas do paciente, possibilitando a reconstrução tridimensional e a realização de cirurgia neste crânio virtual, inclusive com a possibilidade de sobreposição de uma fotografia para se estimar o resultado esperado, e a utilização de impressoras tridimensionais,

que possibilitam a confecção de guias cirúrgicos prototipados (ABOUL-HOSN CENTENERO; HERNANDEZ-ALFARO, 2012).

Relacionando as formas de planejamento, tradicional ou virtual, questiona-se quanto à previsibilidade dos movimentos planejados para cirurgia ortognática. Sabidamente o planejamento tradicional, com predictivo manual e cirurgia de modelos, demonstra boa previsibilidade, com acurácia de até 2mm, quando avaliados radiografias pré e pós-operatórias (GIL et al., 2007; ABELA et al., 2017). Contudo, estudos vem mostrando que planejamento virtual tridimensional em cirurgia ortognática tem acurácia, quando comparado por sobreposição de reconstruções tomográficas do planejado e pós-operatório, (GATENO et al., 2001; TUCKER et al., 2010; SHAFI et al., 2013) com nível de acurácia de até 1,1mm (HSU et al., 2013).

Ainda não há método descrito na literatura e com comprovação estatística que possa estabelecer comparação da acurácia entre o método tradicional e o virtual tridimensional, evidenciando a necessidade de se estabelecer metodologia reprodutível para avaliação e comparação da acurácia entre planejamentos tradicionais e virtuais tridimensionais (STOKBRO et al., 2014). Supondo que possa haver uma metodologia confiável e reprodutível para tal comparação, o objetivo desse trabalho foi apresentar uma metodologia de avaliação e comparação da acurácia entre planejamento tradicional e virtual tridimensional, bem como avaliar possíveis variáveis que possam influenciar na acurácia do planejamento.



2 REVISÃO DA LITERATURA

2 REVISÃO DA LITERATURA

A cirurgia ortognática tem oferecido qualidade de vida aos pacientes com alterações das bases ósseas da maxila e/ou mandíbula que resultam em desarmonias estética e funcional da face (SCHWARTZ, 2014). O sucesso deste procedimento cirúrgico está diretamente relacionado com um diagnóstico preciso, um correto plano de tratamento, reprodução na sala operatória daquilo que foi planejado e estabilidade pós-operatória (PARK; POSNICK, 2013). O posicionamento pré-operatório da maxila, quando indicado seu reposicionamento, é a mais importante informação usada no planejamento da cirurgia ortognática. A previsibilidade da cirurgia ortognática da maxila também é influenciada pela habilidade do cirurgião em reposicionar com precisão a posição da maxila, a estabilidade deste segmento ósseo em sua nova posição e a variação de resposta do tecido mole. Os esforços para melhorar a acurácia do reposicionamento da maxila durante o procedimento cirúrgico afetarão positivamente nos resultados obtidos (RITTO et al., 2014).

O planejamento em cirurgia ortognática começou com planejamento cirúrgico tradicional usando análise cefalométrica de telerradiografias, análise facial e modelos de gesso das arcadas dentárias do paciente, montados em um articulador e guias cirúrgicos feitos de resina acrílica. Então o planejamento evoluiu para o uso de duas dimensões em programas de computador, com análise de telerradiografias laterais e o uso de uma técnica mais moderna de planejamento auxiliado por computador, mantendo a utilização de modelos de gesso em articulador e guias cirúrgicos em resina acrílica. (KUSNOTO, 2007; GOSSEET et al., 2005)

Contudo, avanços no planejamento auxiliado por computador em cirurgia ortognática e a intervenção cirúrgica usando software, com análise cefalométrica tridimensional de tecido ósseo e tecido mole, permitem a realização dos movimentos cirúrgicos, em ambiente virtual, para alcançar a harmonia dento-esquelético, e transferir o planejamento virtual para o ambiente cirúrgico usando um guia cirúrgico prototipado (LEVINE et al., 2012; NADJIMI et al., 2010). Para garantir resultados precisos, o planejamento virtual tridimensional em cirurgia ortognática exige operadores experientes e qualidade na tomografia computadorizada (KUSNOTO, 2007). É importante notar que os mesmos pontos anatômicos são utilizados para

análise cefalométrica no planejamento clássico e auxiliado por computador. Como tal, as possibilidades de erro são as mesmas para os dois tipos de análise, uma vez que os pontos são registrados pelo cirurgião e não pelo computador. No entanto, os resultados de planejamentos virtuais tridimensionais têm menos etapas no pré-operatório para o cirurgião, teoricamente diminuindo a chance de erros transoperatórios (KUSNOTO, 2007; GOSSEET et al., 2005; LIRA et al., 2012).

Enquanto o método de planejamento convencional requer a dedicação do cirurgião por um período laboratorial de cerca de 24 horas para que esteja completo, o método virtual é completado pelo cirurgião responsável em menor tempo. Schwartz (2014), realizando o planejamento virtual de 200 pacientes, levou aproximadamente 60 minutos para cada caso, sem que fosse considerado o tempo necessário à impressão do guia cirúrgico (SCHWARTZ, 2014). Um estudo multicêntrico incluindo 65 pacientes operados consecutivamente em três centros especializados apontou que o planejamento cirúrgico seguindo o protocolo de simulação cirúrgica auxiliado por computador permitiu que o planejamento realizado fosse transferido com acurácia e consistência no posicionamento da maxila e mandíbula, inclusive o reposicionamento do mento através deste protocolo foi mais preciso do que o tradicional (HSU et al., 2013).

A precisão em planejamentos tradicionais pode ser observada com diferentes métodos de avaliação, porém com semelhanças nos níveis de precisão. Trabalhos sugerem a utilização de telerradiografias laterais pré e pós-operatórias sobrepostas manualmente ou a utilização de software para a sobreposição e avaliação, com a utilização de pontos cefalométrico fixos, como sela (S) e násio (N) (GHAFARI et al., 1987; DONATSKI et al., 1992; ABELA et al., 2017). Quando analisada a precisão de planejamentos tradicionais, utilizando telerradiografias laterais sobrepostas, encontra-se níveis de precisão de até 2mm, com precisão de 1,3mm para movimentos verticais (HAAS et al., 2015).

Ritto e colaboradores realizaram trabalho com o objetivo de comparar a acurácia do posicionamento maxilar após cirurgia ortognática bimaxilar. Foram analisados cefalometrias pré e pós-operatórias de 40 pacientes. Utilizaram como referência fixa os pontos sela (S) e násio (N) e avaliaram a posição do incisivo central superior obtendo medidas verticais e horizontais após a sobreposição dos traçados pré e pós-operatórios. (RITTO et al., 2014)

Trabalho realizado para avaliar a previsibilidade do reposicionamento maxilar após osteotomia de Le Fort I durante a cirurgia bimaxilar com planejamento tradicional, onde 32 pacientes submetidos à cirurgia ortognática bimaxilar tiveram seus traçados predictivos e medidas das cirurgias de modelo em comparação com os cefalogramas pós-operatórios tomados uma semana após a cirurgia. Tendo como referência fixa na avaliação radiográfica a base de crânio, ponto nácio e plano horizontal de Frankfurt. Obtiveram correlação positiva entre a cirurgia de modelo e o resultado pós-operatório: 53% dos movimentos horizontais e 41% dos movimentos verticais apresentaram variação inferior a 0,2 mm. (GIL et al., 2007)

Pesquisadores utilizaram telerradiografias laterais imediatamente pré e pós-operatória para avaliar a acurácia da cirurgia de modelo tradicional e buscaram identificar possíveis erros associados com esse processo. Concluíram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre as mudanças previstas e reais, principalmente devido ao pequeno tamanho da amostra (46 pacientes). No entanto, o estudo identificou diferenças claras, em alguns casos, entre o que foi planejado e alcançado. Estas discrepâncias poderiam produzir uma oclusão inaceitável e/ou perfil facial desfavorável, portanto, todo esforço deve ser feito para resolver a disparidade entre o planejamento da cirurgia de modelos e a cirurgia propriamente dita (SHARIFI et al., 2008).

Outro trabalho avaliou a acurácia de guias cirúrgicos e um ponto de referência externo para reposicionar a maxila durante a cirurgia ortognática, na avaliação foram utilizadas radiografias cefalométricas pré e pós-operatórias e traçadas manualmente. Os pontos, processo clinóide posterior e nácio, foram utilizados como referências fixas da base do crânio e um marcador radiológico na região do primeiro molar superior e a ponta do incisivo central superior direito foram utilizados como marcos específicos, sendo realizado as medidas do deslocamento nas radiografias pré e pós-operatórias, 23 pacientes preencheram os critérios de inclusão para participar do estudo e a diferença média entre os movimentos planejados e executados da maxila foi de 0,1 mm, porém sem diferença estatisticamente significativa. (BOUCHARD et al., 2013)

Para avaliação da acurácia de planejamentos virtuais tridimensionais em cirurgia ortognática, diferentes maneiras já foram apresentadas, como

posicionamento dos incisivos centrais superiores, diferença linear e angular entre pontos de referência nos segmentos maxilofaciais, porcentagem da correlação geométrica de superfície das reconstruções tomográficas, sempre buscando diferenças menores que 2 mm. Todos os métodos apresentam vantagens e desvantagens, porém nenhum trabalho apresentou grupo controle, assim mesmo com resultados satisfatórios, não há possibilidade de comparação com planejamento tradicional, por esses métodos (XIA et al., 2007; ABOUL-HOSN CENTENERO; HERNANDEZ-ALFARO, 2012; HAAS et al., 2015). Um outro método de avaliação da acurácia foi apresentado, utilizando um software específico, fazendo a sobreposição das reconstruções tomográficas do planejamento prévio e do pós-operatório, utilizando como orientação os voxels da base do crânio (BAAN et al., 2016).



3 METODOLOGIA

3 METODOLOGIA

3.1 Desenho do Estudo

O presente trabalho enquadrou-se como um estudo observacional retrospectivo para avaliar a diferença entre valores previstos e obtidos de pacientes com discrepância maxilomandibular submetidos a cirurgia ortognática. As amostras foram obtidas por meio de acervo de dados radiográficos do Serviço de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial do Hospital Geral Universitário – HGU (Cuiabá, Mato Grosso, Brasil), no período de maio de 2012 à junho de 2015 e do Departamento de Cirurgia Bucomaxilofacial da Universidade de Illinois em Chicago (Chicago, Illinois, EUA) no período de agosto de 2012 à agosto de 2015. A pesquisa aqui apresentada pautou-se no respeito ético dado pela Resolução CNS nº 466/12, com aprovação prévia pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Cuiabá (submetido, via Plataforma Brasil) sob parecer 575.110 de 27/03/2014, e de acordo com os princípios da declaração de Helsinki, sob aprovação pelo Comitê de Revisão Institucional da Universidade de Illinois em Chicago sob o parecer 2015-0184 de 05/03/2015.

3.2 Amostra do Estudo

Indivíduos submetidos a cirurgia ortognática de maxila ou bimaxilar (combinada de maxila e mandíbula) para correção da discrepância maxilomandibular, nas instituições e períodos supra-descritos, estavam elegíveis ao presente estudo. De acordo com o método de planejamento cirúrgico (tradicional ou virtual tridimensional), a amostra foi dividida em dois grupos:

- * grupo A: pacientes submetidos à cirurgia ortognática com planejamento tradicional, traçado predictivo e cirurgia de modelos;
- * grupo B: pacientes submetidos à cirurgia ortognática com planejamento virtual tridimensional e impressão 3D de guias cirúrgicos.

Os critérios de inclusão na pesquisa foram: indivíduos que dispusessem em prontuário os valores dos movimentos cirúrgicos planejados no predictivo relativos à região dos incisivos centrais superiores e disponibilidade em acervo da instituição dos exames de imagem pré-operatório e pós-operatório de até 30 dias após a cirurgia (telerradiografias laterais para grupo A e tomografias computadorizadas para

grupo B). Foram excluídos indivíduos com ausência dos incisivos centrais superiores e dados imaginológicos que não permitissem a coleta necessária à pesquisa. Foram consideradas como variáveis independentes: gênero, padrão de maloclusão, quantidade de segmentos operados e segmento de início da cirurgia bimaxilar.

3.3 Avaliação virtual

Utilizando o software Dolphin Imaging – versão 11.9 (Dolphin Imaging, Chatsworth, CA.), foram avaliadas as telerradiografias laterais pré e pós-operatórias para ambos os grupos, enfatizando que ao grupo B estas foram geradas a partir da reconstrução sagital das tomografias computadorizadas pré e pós-operatórias devidamente sobrepostas entre si (Borba et al., 2016).

A determinação da posição espacial da maxila teve como referência dois pontos cefalométricos fixos à base do crânio: a sela (S), que corresponde ao centro geométrico da sela túrcica e o násio (N), que se refere ao ponto de encontro entre a sutura do osso frontal com os ossos próprios do nariz. Para se avaliar a movimentação da maxila, utilizou-se o ponto na borda incisal do incisivo central superior (U1). Por meio então da combinação dos pontos S-N-U1, o eixo de movimentação do ponto U1 (sentido anteroposterior) foi denominado como o eixo X e o eixo da movimentação do U1 na vertical (sentido súpero-inferior) foi denominado Y. Considerando os pontos S-N-U1 da imagem pré-operatória como origem, os movimentos observados ao nível do ponto U1 nas imagens radiográficas pós-operatórias refletiram sua mudança espacial, sendo movimentos verticais à superior (intrusão do ponto U1) e à inferior (extrusão do ponto U1) contabilizados como positivo (+) e negativo (-), respectivamente; aos movimentos horizontais, movimentos à anterior (avanço do ponto U1) e à posterior (recoo do ponto u1), foram considerados como positivo (+) e negativo (-), respectivamente (figuras 1^a e 1b).

Após a demarcação dos pontos, realizou-se a sobreposição dos mesmos tendo os pontos S-N como pontos fixos, permitindo então o cálculo da diferença entre os pontos U1 nas telerradiografia pré e pós-operatória com auxílio do software (Figura 2). Os valores obtidos foram comparados aos valores previstos no predictivo, de acordo com o respectivo grupo. Como desfecho principal desse estudo, considerou-se a diferença entre os valores previstos e obtidos, qualificando em acurácia, valores com diferença de até 2 mm, tanto no eixo X quanto no eixo Y, sendo válido para os dois grupos.

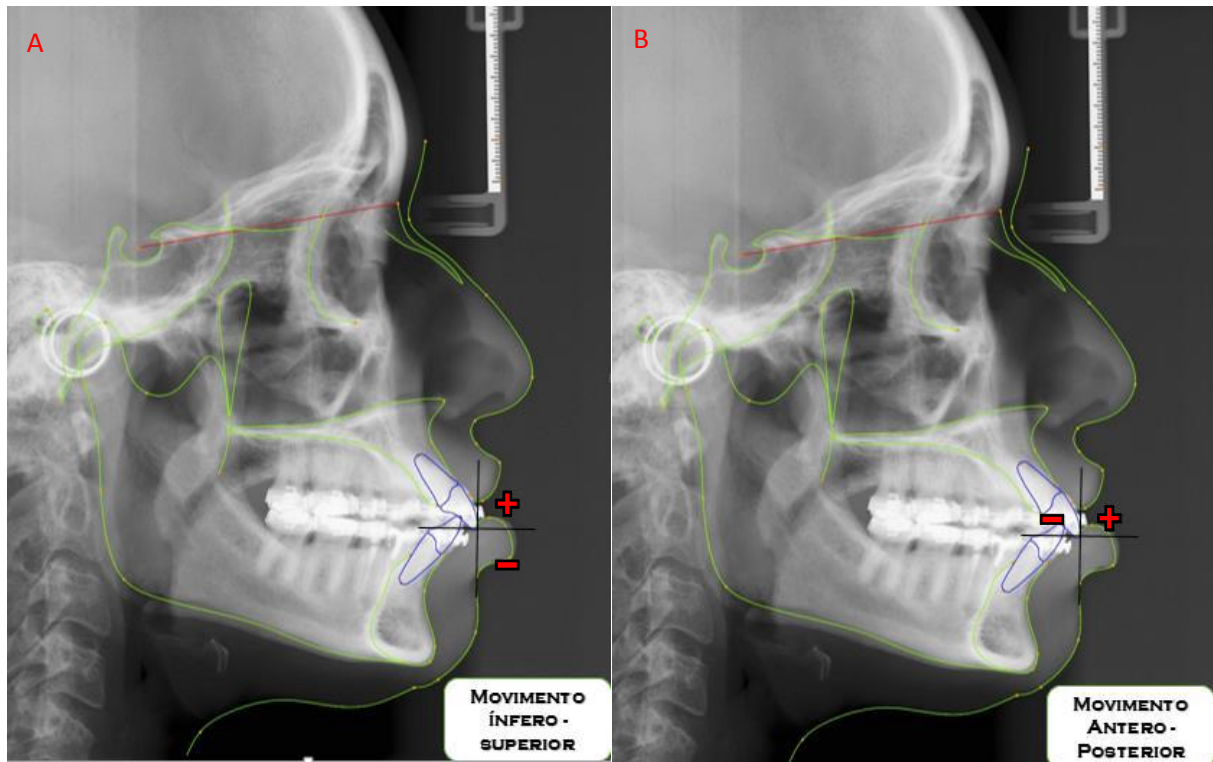


Figura 1a. Referências verticais dos movimentos realizados pelo incisivo central superior, **Figura 1b.** Referências horizontais dos movimentos realizados pelo incisivo central superior.

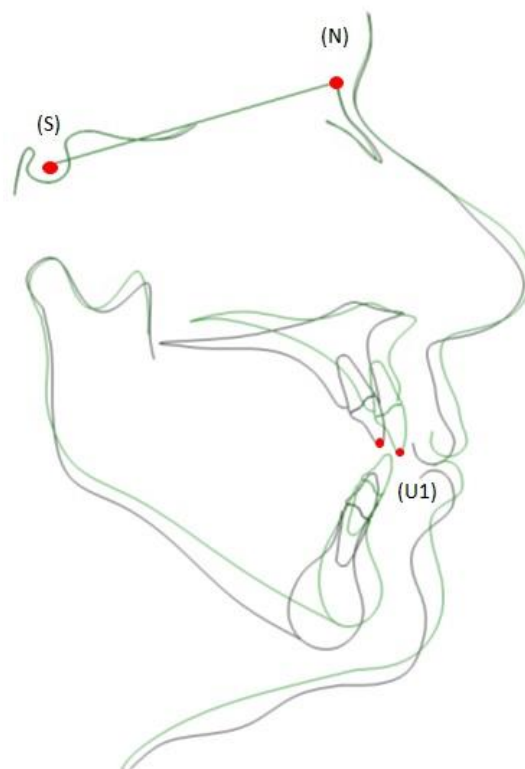


Figura 2. Traçados pré (preto) e pós (verde) sobrepostos para mensuração dos movimentos do ponto U1.

3.4 Análise estatística

Os resultados obtidos em ambos os grupos foram submetidos à análise estatística, pelo método de Wilcoxon, onde foram avaliados média e desvio padrão, de acordo com a variável principal de método de planejamento. As variáveis independentes foram confrontadas com desfecho de método considerando acurácia de resultado valores de até 2mm, com avaliação estatística pelo teste exato de Fischer.

Os testes de hipóteses desenvolvidos nesse trabalho consideraram uma significância de 5%, ou seja, a hipótese nula foi rejeitada quando p-valor foi menor ou igual a 0,05.



4 RESULTADOS

4 RESULTADOS

Foram obtidos dados de 84 pacientes submetidos a cirurgia ortognática dentro do período estabelecido e com os dados em prontuário necessários à pesquisa. A amostra foi composta por 57 indivíduos do sexo feminino e 27 do sexo masculino, sendo que 64 indivíduos apresentavam padrão facial tipo III e 20 do tipo II. Dentre as cirurgias realizadas, 71 foram cirurgias bimaxilares e 13 apenas de maxila, onde 75 cirurgias tiveram início pela maxila e 09 pela mandíbula. O grupo A continha 40 indivíduos enquanto o grupo B foi composto por 44 indivíduos.

Quando isolado o desfecho (diferença entre movimentos previsto e obtido) pelo método de planejamento tradicional, observou-se no eixo X média de acurácia de 1,87mm e no eixo Y apresentou média de 1,49mm. Quando isolada a variável pelo planejamento virtual tridimensional, observou-se no eixo X média de acurácia de 1,96mm e no eixo Y com média de 1,89mm, sem diferenças estatisticamente significantes entre os dois grupos (Tabela 1).

Tabela 1. Avaliação da acurácia intergrupos em relação aos eixos horizontal e vertical, com p-valor do teste de Wilcoxon

Variável	GRUPO A (n=40)		GRUPO B (n=44)		p-valor
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	
Eixo X	1,87mm	1,36	1,96mm	1,52	0,98
Eixo Y	1,49mm	1,30	1,89mm	1,60	0,33

Quando avaliadas as variáveis independentes, não obtivemos diferenças significantes relacionadas ao gênero, tanto para o eixo X quanto para o eixo Y. Na avaliação do padrão facial (tipo II e tipo III), obteve-se diferença estatisticamente significativa na avaliação das diferenças no eixo X ($p=0,01$), não havendo diferença significativa no eixo Y. Para a variável relacionada à quantidade de segmentos operados, ou seja, cirurgias mono ou bimaxilares, não houve diferenças significantes nas avaliações tanto para eixo X quanto para eixo Y. Quando comparado os segmentos de início da cirurgia, 33,33% dos indivíduos que tiveram a cirurgia iniciada pela mandíbula apresentaram diferença de até 2mm e 69,33% dos indivíduos que tiveram a cirurgia iniciada pela maxila apresentaram diferença de até

2mm, havendo diferença estatisticamente significativa no eixo X ($p=0,05$), enquanto no eixo Y não houve diferença significativa (Tabela 2 e 3).

Tabela 2. Avaliação das variáveis independentes em relação ao eixo X, com p-valor do teste Exato de Fisher

Variável		até 2 mm	> 2 mm	N Total	p-valor
		N	N		
Gênero	Feminino	36	21	57	0,62
	Masculino	19	8	27	
	Total	55	29	84	
Seguimentos operados	Bimaxilar	44	26	70	0,36
	Monomaxilar	11	3	14	
	Total	55	29	84	
Segmento de início	Mandíbula	3	6	9	0,05
	Maxila	52	23	75	
	Total	55	29	84	
Padrão facial	Classe II	8	12	20	0,01
	Classe III	47	17	64	
	Total	55	29	84	

Tabela 3. Avaliação das variáveis independentes em relação ao eixo Y, com p-valor do teste Exato de Fisher

Variável		até 2 mm	> 2 mm	N Total	p-valor
		N	N		
Gênero	Feminino	42	15	57	1,00
	Masculino	20	7	27	
	Total	62	22	84	
Seguimentos operados	Bimaxilar	51	19	70	0,75
	Monomaxilar	11	3	14	
	Total	62	22	84	
Segmento de início	Mandíbula	7	2	9	1,00
	Maxia	55	20	75	
	Total	62	22	84	
Padrão facial	Classe II	12	8	20	0,14
	Classe III	50	14	64	
	Total	62	22	84	



5 DISCUSSÃO

5 DISCUSSÃO

Este trabalho tem importância em tentar apresentar um método reprodutível de avaliação de acurácia entre planejamento tradicional e virtual tridimensional, uma vez que outras metodologias já aplicadas não confirmaram reprodutibilidade, apresentaram impossibilidade de conversão de dados bidimensionais em tridimensionais e dificuldade em manter calibração de examinadores. (STOKBRO et al., 2014; HAAS et al., 2015)

Estudos prévios têm validado a metodologia aplicada neste trabalho, onde utiliza-se os pontos S e N como referência para medição dos movimentos realizados pela maxila no sentido horizontal e vertical (SHARIFI et al., 2008; RITTO et al., 2014).

O critério de acurácia, proposto por vários autores, permanece uma diferença de no máximo 2 mm entre a cirurgia com planejamento virtual tridimensional e o resultado cirúrgico real (XIA et al., 2007; TUCKER et al., 2010; HSU et al., 2013). Menos de 2 mm é considerado clinicamente insignificante na cirurgia convencional, assim, o critério de sucesso de 2 mm ainda é o objetivo cirúrgico em cada paciente (STOKBRO et al., 2014; ABELA et al., 2017). Concordando com nossos resultados que apresentaram médias inferiores aos 2mm para os dois grupos estudados.

Nesse estudo não foi encontrado diferença estatisticamente significativa entre a acurácia relacionada aos eixos X e Y, ou seja, para os movimentos horizontais e verticais. No entanto, trabalhos relatam essa possível diferença de acurácia, relacionando-a à alteração do eixo de rotação do côndilo mandibular e/ou ao correto posicionamento do côndilo mandibular em relação Centrica, o que repercutiria em diferente posicionamento final da maxila (ZINSER et al., 2012; HSU et al., 2013; RITTO et al., 2014; STOKBRO et al., 2014). Contudo, há trabalhos que sugerem que o planejamento virtual tridimensional fornece uma relação mais confiável entre a articulação temporomandibular e a dentição em comparação com o planejamento tradicional. (SHARIFI et al., 2008; ZIZELMANN et al., 2012; STOKBRO et al., 2014).

O planejamento tradicional é realizado com base no preditivo gerado sobre uma telerradiografia lateral, ou seja, comumente utiliza-se uma imagem

bidimensional (2D) de um objeto tridimensional (3D). Isso pode resultar em erros de sobreposição, distorção, localização anatômica e projeção dos tecidos. No planejamento tradicional, do traçado preditivo à confecção do guia cirúrgico, existem várias etapas laboratoriais passíveis de erro, o que pode aumentar a chance de imprecisão. Comparações dos resultados cirúrgicos reais com a simulação cirúrgica virtual tridimensional, pela sobreposição da imagem da simulação com a telerradiografia pós-operatória, mostraram que os métodos de cirurgia virtual foram reproduzidos de forma confiável e que a simulação computadorizada pode aumentar a previsibilidade do procedimento cirúrgico (TUCKER et al., 2010). A simulação tridimensional do reposicionamento dos ossos maxilares colabora na avaliação dos movimentos ósseos e dos tecidos moles realizados (NOGUCHI; GOTO, 2003). No entanto, nesse trabalho mostrou que a acurácia no posicionamento da maxila em cirurgia ortognática foi semelhante em ambos os grupos.

O gênero do paciente não foi uma variável significativa no presente estudo, embora isso possa ser devido à diferença entre amostras, no entanto não achamos, até o presente momento, nenhum trabalho que correlacione gênero à acurácia de planejamento em cirurgia ortognática. Sugestões prévias da predisposição do gênero feminino às alterações na articulação temporomandibular podem estar relacionadas a alterações no resultado de cirurgia ortognática. (BORBA et al., 2014)

No presente estudo a quantidade de segmentos operados, somente maxila ou maxila e mandíbula, não foi uma variável significativa estatisticamente. Ressalta-se que ainda não há estudo que ateste que a quantidade de segmentos operados altere a acurácia dos resultados, estudos corroboram para que cirurgias bimaxilares apresentem maior dificuldade no planejamento e que o a utilização de planejamento virtual tridimensional facilitaria a antecipação de possíveis interferências intra-operatórias. (GATENO et al., 2001; XIA et al., 2007; TUCKER et al., 2010; BAAN et al., 2016, ABELA et al., 2017)

O segmento de início da cirurgia mostrou ser significativo na acurácia do planejamento em cirurgia ortognática no eixo X ($p=0,05$), em que 69,33% das cirurgias iniciadas pela maxila apresentaram diferença abaixo de 2mm e que apenas 33,33% das cirurgias iniciadas pela mandíbula apresentaram diferença abaixo de 2mm. Esse resultado por ser reflexo da disparidade entre a amostra de cada variável, indo de encontro com estudos mostrando o início da técnica cirúrgica pela maxila.

O tipo de deformidade tem sido considerado como uma variável significativa para pacientes com deformidades dentofaciais. A maioria dos estudos utilizou a classificação de Angle de classe II e classe III, que aborda a discrepância no nível dental, embora os pacientes ortognáticos tenham problemas relacionados à maxila, mandíbula ou ambos ao nível do esqueleto. Em vista aos resultados desse estudo, os pacientes padrão III apresentaram maior acurácia nos resultados da cirurgia ortognática, com 73,43% de casos com diferença abaixo de 2mm. Resultados esses já observados por outros estudos, que associam os indivíduos padrão II à mudança no posicionamento mandibular e do côndilo mandibular sob anestesia geral, influenciando assim no posicionamento final da maxila e por consequência alterando os movimentos planejados. (PEREZ, ELLIS, 2011; BORBA et al., 2014; BORBA et al., 2015)

O presente estudo apresenta como vantagem poder utilizar uma metodologia replicável e confiável para realizar comparação entre os planejamentos bidimensionais e tridimensionais em cirurgia ortognática. Uma vez que estudos já mostraram que esse tipo de comparação é de difícil realização e outras metodologias são de difícil reprodução (SONG et al., 2009; STOKBRO et al., 2014). Como desvantagem para o presente trabalho, podemos citar a incerteza da fidelidade das mensurações bidimensionais de planejamentos tridimensionais, uma vez que ainda não há nenhum estudo publicado até o momento comprovando essa fidelidade.

Como perspectivas futuras, mais estudos são necessários para confirmar a metodologia apresentada, bem como estudos envolvendo apenas planejamentos virtuais tridimensionais com metodologia plausível para comprovação da superioridade em acurácia do planejamento virtual sobre o tradicional.



6 CONCLUSÕES

6 CONCLUSÕES

A metodologia apresentada mostrou-se eficaz e reproduzível na proposta de comparação entre planejamento tradicional e virtual tridimensional.

Não houve diferença estatisticamente significativa na acurácia entre planejamento tradicional e virtual tridimensional nos eixos x e Y.

Dentre as variáveis independentes, o padrão facial e o segmento de início da cirurgia demonstraram diferenças estatisticamente significantes na acurácia dos planejamentos em cirurgia ortognática, no eixo x.



7 REFERÊNCIAS

7 REFERÊNCIAS

- 1 - Arnett, G W; Bergman, R T. Facial keys to orthodontic planning. Part I. AM J ORTHOD DENTOFAC ORTHOP; 103:299"312, 1993.
- 2 - McCormick, S U; Drew, S J. Virtual model surgery for efficient planning and surgical performance. J Oral Maxillofac Surg;69: 638–644, 2011.
- 3 - Schwartz, H. C. Does computer-aided surgical simulation improve efficiency in bimaxillary orthognathic surgery? Int J Oral Maxillofac Surg., v. 43, n. 5, p. 572-6, 2014.
- 4 - Aboul-Hosn Centenero, S; Hernandez-Alfaro, F. 3D planning in orthognathic surgery: CAD/CAM surgical splints and prediction of the soft and hard tissues results - our experience in 16 cases. J Craniomaxillofac Surg., v. 40, n. 2, p. 162-8, 2012.
- 5 - Gil, J N; Claus, J D P; Manfro, R.; Lima Jr, S M. Predictability of maxillary repositioning during bimaxillary surgery: accuracy of a new technique. Int. J. Oral Maxillofac. Surg; 36: 296–300, 2007.
- 6 - Abela, S; Tewson, D; Prince, S; Sherriff, M; Bister, D.Precision of Le Fort I osteotomy: planning versus outcome. A multi-centre retrospective study, Journal of Orthodontics, 44:1, 8-13, 2017.
- 7 - Gateno, J; Forrest, K K; Camp, B. A comparison of 3 methods of face-bow transfer recording: Implications for orthognathic surgery. J Oral Maxillofac Surg. Jun;59(6):635-40, 2001.
- 8 - Tucker, S; Cevidanes, L H S; Styner, M; Kim, H; Reyes, M; Proffit, W; Turvey, T. Comparison of actual surgical outcomes and 3-dimensional surgical simulations. J Oral Maxillofac Surg., v. 68, n. 10, p. 2412-21, 2010.
- 9 - Shafi, M I; Ayoub, A, Ju, X; Khambay, B. The accuracy of three-dimensional prediction planning for the surgical correction of facial deformities using Maxilim. Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 2013.
- 10 - Hsu, S S P; Gateno, J; Bell, R B; Hirsch, D L; Markiewicz, M R; Teichgraeber, J F; Zhou, X; Xia, J J. Accuracy of a Computer-Aided Surgical Simulation Protocol for

Orthognathic Surgery: A Prospective Multicenter Study. *J Oral Maxillofac Surg* 71:128-142, 2013.

11 - Stokbro, K; Aagaard, E; Torkov, P; Bell, R B; Thygesen, T. Virtual planning in orthognathic surgery. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg*; 43: 957–965, 2014.

12 - Park, N; Posnick, J C. Accuracy of analytic model planning in bimaxillary surgery. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2013.

13 - Ritto, F G; Ritto, T G; Ribeiro, D P; Medeiros, P J; Moraes, M. Accuracy of maxillary positioning after standard and inverted orthognathic sequencing. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.*, v. 117, n. 5, p. 567-74, 2014.

14 - Kusnoto, B. Two-dimensional cephalometry and computerized orthognathic surgical treatment planning. *Clin Plast Surg*; 34:417–26, 2007.

15 - Gossett, C B; Preston, C B; Dunford, R; Lam-passo, J. Prediction accuracy of computer- assisted surgical visual treatment objectives as compared with conventional visual treat-ment objectives. *J Oral Maxillofac Surg*; 63:609–17, 2005.

16 - Levine, J P; Patel, A; Saadeh, P B; Hirsch, D L. Computer-aided design and manufacturing in craniomaxillofacial surgery: the new state of the art. *J Craniofac Surg*; 23: 288–93. 5, 2012.

17 - Nadjmi, N; Mollemans, W; Daelemans, A; Van Hemelen, G; Schutyser, F; Berge´, S. Virtual occlusion in planning orthognathic surgical procedures. *Int J Oral Maxillofac Surg*; 39:457–62. 6, 2010.

18 - Lira, A L; Moura, W L; Vieira, J M; Nojima, M G; Nojima, L I. Surgical prediction of skel-et al and soft tissue changes in class III treatment. *J Oral Maxillofac Surg*; 70:e 290–7. 7, 2012.

19 - Ghafari, J; Engel, F E; Laster, L L. Cephalometric superimposition on the cranial base: A review and a comparison of four methods. *Am J Orthod Dentofac Orthop*; 91:403-13, 1987.

20 - Donatsky, O; Hillerup, S; Bjorn-Jorgensen, J; Jacobsen, P U. Computerized cephalometric orthognathic surgical simulation, prediction and postoperative evaluation of precision. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg*; 21: 199-203, 1992.

- 21 - Haas Jr., O L; Becker, O E; De Oliveira, R B. Computer-aided planning in orthognathic surgery—systematic review. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 44: 329–342, 2015.
- 22 - Sharifi, A; Jones, R; Ayoub, A; Moos, K; Walker, F; Khambay, B; McHugh, S. How accurate is model planning for orthognathic surgery? *Int J Oral Maxillofac Surg.*, v. 37, n. 12, p. 1089-93, 2008.
- 23 - Bouchard, C; Landry, P E. Precision of maxillary repositioning during orthognathic surgery: A prospective study. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg;* 42: 592–596, 2013.
- 24 - Xia, J J; Gateno; J; Teichgraeber, J F; Christen-sem, A M; Lasky, R E; Lemoine, J J, et al. Accu-racy of the computer-aided surgical simulation (CASS) system in the treatment of patients with complex craniomaxillofacial deformity: a pilot study. *J Oral Maxillofac Surg;* 65:248–54, 2007.
- 25 - Baan, F; Liebrechts, J; Xi, T; Schreurs, R; De Koning, M; Bergé, S, Maal, T. A New 3D Tool for Assessing the Accuracy of Bimaxillary Surgery: The OrthoGnathicAnalyser. *PLoS ONE* 11(2), 2016.
- 26 - Borba, A M; Haupt, D; Romualdo, L T A; Da Silva, A L F; Naclério-Homem, M G; Miloro, M. How many oral and maxillofacial surgeons does it take to perform virtual orthognathic surgical planning?. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 74, p. 1807-1826, 2016.
- 27 - Zinser, M J; Mischkowski, R A; Sailer, H F; Zo" ller, J E. Computer-assisted orthognathic surgery: feasibility study using multiple CAD/CAM surgical splints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol;* 113:673–87, 2012.
- 28 - Zizelmann, C; Hammer, B; Gellrich, N C; Schwestka-Polly, R; Rana, M; Bucher, P. An evaluation of face-bow transfer for the plan-ning of orthognathic surgery. *J Oral Max-illofac Surg;* 70:1944–50, 2012.
- 29 - Noguchi, N; Goto, M. Computer simulation system for orthognathic surgery. *Orthod Craniofac Res.*, v. 6, Suppl 1, p. 176-8, 2003.

- 30 - Borba, A M; Ribeiro-Junior, O; Brozoski, M A; Ce´, P S; Espinosa, M M; Deboni, M C Z; Miloro, M; Nacle´rio-Homem, M G. Accuracy of perioperative mandibular positions in orthognathic surgery. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2014.
- 31 - Perez, D; Ellis, E. Sequencing bimaxillary surgery: mandible first. *J Oral Maxillofac Surg.*, v. 69, n. 8, p. 2217-24, 2011.
- 32 - Borba, A M; Borges, A H; Ce´, P S; Venturi, B A; Nacle´rio-Homem, M G; Miloro, M. Mandible-first sequence in bimaxillary orthognathic surgery: a systematic review. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2015.
- 33 - Song, K G; Baek, S H. Comparison of the accuracy of the three-dimensional virtual method and the conventional manual method for model surgery and intermediate wafer fabrication. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*; 107:13-21, 2009.



8 ANEXOS