

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Centro de Ciências da Saúde

Faculdade de Odontologia

**AVALIAÇÃO DA PREVISIBILIDADE DO PLANEJAMENTO VIRTUAL
DA CIRURGIA ORTOGNÁTICA**

Patrícia Valim Carneiro Paulino

CD

Dissertação submetida ao corpo docente da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos, para a obtenção do Título de Mestre em Odontologia (Ortodontia).

Rio de Janeiro

- 2017 -

**AVALIAÇÃO DA PREVISIBILIDADE DO PLANEJAMENTO VIRTUAL DA
CIRURGIA ORTOGNÁTICA**

PATRÍCIA VALIM CARNEIRO PAULINO, CD

Orientador: Prof. Dr. LINCOLN ISSAMU NOJIMA, CD, MO, DO

**Dissertação submetida ao corpo docente da
Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio
de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos, para
obtenção do Título de Mestre em Odontologia (Ortodontia).**

Comissão Examinadora:

Prof. Dra. Ana Maria Bolognese, CD, MO, DO

Prof. Dra. Margareth Maria Gomes de Souza, CD, MO, DO

Prof. Dr. Gláucio Serra Guimarães, CD, MO, DO

Rio de Janeiro

2017

Ficha Catalográfica

VALIM, Patrícia

Avaliação da previsibilidade do planejamento virtual da cirurgia ortognática. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2017.

XIX, nº 48.

Dissertação: Mestrado em Odontologia (Ortodontia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Faculdade de Odontologia, 2017.

1. Cirurgia Ortognática

2. Programas de computação

3. Planejamento

4. Teses

I. Título

II. Dissertação (Mestrado - UFRJ/Faculdade de Odontologia)

Linha de Pesquisa: Fatores influentes e resultados nos tratamentos ortodônticos

Projeto: “Ferramentas de diagnóstico e sistema de tratamento ortodôntico”

Comitê de Ética Nº Parecer: 1.399.577 (CEP – HUCFF/UFRJ – 2015)

DEDICO

Aos meus amados pais, Maristela e Edison,

que sempre me amaram incondicionalmente e me deram suporte em todos os momentos para que eu realizasse os meus sonhos. Devo a vocês os ensinamentos mais importantes da minha vida!

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, por tudo o que sou.

Às minhas queridas irmãs **Priscila e Pâmela**, que sempre foram e sempre serão minhas companheiras na vida. Tentarei sempre ser exemplo para vocês, mesmo que muitas vezes seja o inverso. Muito obrigada por todo o apoio! Amo vocês.

Ao meu amado marido **Bruno Cesar**, que sabe fazer a minha vida mais divertida e cheia de sorrisos. Obrigada pelo apoio incondicional aos meus sonhos e projetos, independente dos sacrifícios que nos foram exigidos durante todos esses anos. Obrigada por enxergar em mim um potencial muito maior do que aquele que muitas vezes eu mesma enxergo.

À minha avó **Eulina** que me recebeu de braços abertos em sua casa durante toda a infância e também durante os últimos anos em que estive no Rio. Obrigada por cada refeição feita com carinho, por se preocupar comigo todos os dias e por acordar toda manhã para se despedir enquanto eu saía para mais um dia de estudos.

Aos meus tios **Márcia e Washington** e primos **Monyque, Mychele e William**, que também foram meus pontos de apoio durante minha estadia no Rio de Janeiro. Tia, obrigada por me socorrer nos momentos em que eu não tinha tempo para resolver problemas e por continuar me tratando de forma tão especial até hoje, mesmo que sua pequena sobrinha tenha crescido. Você é um exemplo de força e perseverança.

Ao meu orientador **Dr Lincoln Issamu Nojima** pelo apoio e encorajamento para que este projeto pudesse ser desenvolvido. Obrigada por me incentivar de forma tão carinhosa e atenciosa durante todas as fases deste trabalho,

compartilhando comigo preocupações e soluções em relação ao projeto e também em relação à vida pessoal. A sua orientação e cuidado foi essencial para que esta dissertação se tornasse realidade.

Ao **Dr. Bruno Dias** que gentilmente se prontificou a participar de forma ativa deste trabalho desde o começo. Sem sua contribuição este projeto não poderia ser desenvolvido. Por toda a sua disposição e paciência durante essa caminhada, muito obrigada!

À coordenadora do Programa de Pós-graduação em Ortodontia da UFRJ, **Dra. Mônica Tirre de Souza Araújo** e aos demais professores, **Dra. Ana Maria Bolognese**, **Dr. Antônio Carlos de Oliveira Ruellas**, **Dr. Eduardo Franzotti Sant'Anna**, **Dr. José Fernando Stangler Brazalle**, **Dr. José Vinícius Bolognesi Maciel**, **Dr. Lincoln Issamu Nojima**, **Dra. Luciana Rougemont Squeff**, **Dra. Margareth Maria Gomes de Souza**, **Dra. Matilde da Cunha Gonçalves Nojima**, pela dedicação ao ensino da ortodontia, pela disposição em dividir conhecimentos e pelo papel fundamental que tiveram na minha formação como ortodontista. Agradeço especialmente à **Dra Matilde da Cunha Gonçalves Nojima** que, juntamente com o **Dr. Lincoln Issamu Nojima**, foram meus apoios nos momentos em que a saúde foi uma preocupação e no momento em que me vi sem um teto para morar. Obrigada por todo o carinho com que me receberam! Agradeço também ao professor **Dr. José Vinícius Bolognesi** por toda a assistência durante a execução do trabalho, tornando possível a conclusão.

Aos professores das Disciplinas conexas, **Dr. André Antônio Monteiro**, **Dr. Bruno Santos de Barros Dias**, **Dr Carlos Nelson Elias**, **Dr. Fábio Ribeiro Guedes**, **Dr. Gláucio Serra Guimarães**, **Dra. Ieda Maria Orioli**, **Dra. Maria Augusta Portella Guedes Visconti**, **Dra. Maria Cynésia Medeiros de Barros Torres**, **Dr. Rafael Seabra Louro**, **Dr. Ronir Raggio Luiz** e **Dra. Sandra Regina Torres**, pelos ensinamentos transmitidos e pela contribuição valiosa na minha formação profissional.

Ao querido professor e amigo **Dr. Jorge Faber** por ser o grande responsável pelo despertar do meu amor pela Ortodontia. Muito obrigada pelo incentivo e carinho durante todos esses anos de convivência O sonho de ser ortodontista e de cursar o

tão renomado curso de Mestrado em Ortodontia na UFRJ só poderá se realizar graças ao seu apoio e direcionamento.

Aos meus amados companheiros de turma, **Adilson Tolfo de Oliveira, Carolina Ribeiro Starling, Laura Mello Figueiredo, Ramiro Estacia da Silveira e Priscilla de Almeida Solon de Melo**, fica a eterna gratidão por cada momento vivido. Como poderíamos suportar as pressões sem o apoio uns dos outros! Foi um privilégio poder conviver com vocês durante esses anos e certamente estarão marcados em minha vida para sempre. Mesmo estando longe fisicamente, nunca deixarei de torcer pelo sucesso de todos. Agradeço especialmente às minhas meninas que estiveram do meu lado nos momentos de alegria e nos momentos de choro, que foram meu alicerce emocional durante essa caminhada. Como eu poderia imaginar que encontraria pessoas tão importantes para a minha vida! Sempre sentirei saudades.

Aos amigos da 49ª turma **Alice Spitz, Carla Juliane Lima, Fernanda Blaudt Carvalho Marques, Fernando Cardoso Brito, Lilian Siqueira de Lima e Nathalia Ferrare Pinto**, por todo o apoio e maravilhosa convivência. O que seria do primeiro ano sem vocês. Muito obrigada por cada pergunta respondida um milhão de vezes se necessário, por cada risada, pelo apoio diante de inseguranças e pela sincera amizade. Agradeço especialmente à **Nathália** que me acompanha nessa jornada desde os tempos do ensino médio. Quem diria que chegaríamos tão longe juntas. Muito obrigada por todo o apoio e amizade desde sempre!

Às amigas da 51ª turma **Anna Paula Nigri, Bárbara Pilla Tavares, Kelly Galisteu Luiz, Larine Ferreira Lira, Mariana Lago de Salles Brasil e Mirella Lemos de Queiróz Tavares**, pela ótima convivência, amizade e alegria. Obrigada por cada risada! Agradeço especialmente à **Larine** e à **Mariana** que me receberam de braços abertos em sua casa.

Aos doutorandos, **Adriele da Silveira Araújo, Amanda Carneiro da Cunha, Ana Paula Tenório de Sá, Daniel Paludo Brunetto, Geórgia Wain Thi Lau, Ilana Oliveira, Johnny Holanda de Gauw, Lúcio Henrique E.G. Maia, Teresa Cristina Pereira de Oliveira, Rodrigo Lopes Lima e Luciana Duarte Caldas** pelo aprendizado e pela amizade. Agradeço em especial à **Ana Paula**, que me cedeu seu

quarto quando precisei de um lugar para ficar, pela amizade, pelas conversas nas madrugadas e pelos programas praianos quando foi possível.

Aos funcionários do Departamento de Ortodontia da FO-UFRJ, **Diane Esteves de Souza Gomes, Laís Monteiro, Mônica Mello do Nascimento Gonçalves e Vanilda Antônio Saturnino**, por todo o suporte que nos deram durante o curso.

Aos **alunos da disciplina de Ortodontia da graduação da UFRJ** pela convivência agradável e confiança, permitindo que eu me desenvolvesse na docência de forma tão prazerosa.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela bolsa de estudos concedida.

À **Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à pesquisa do estado do Rio de Janeiro (FAPERJ)**, pelo acesso à equipamentos essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

VALIM, Patrícia. Avaliação da previsibilidade do planejamento virtual da cirurgia ortognática. Orientador: Dr. Lincoln Issamu Nojima. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2017. Dissertação (Mestrado em Odontologia – Ortodontia) 48f.

O objetivo dos autores foi avaliar a previsibilidade da cirurgia ortognática realizada segundo o planejamento virtual tridimensional. Para o presente estudo, foram selecionadas 28 tomografias computadorizadas de feixe cônico (14 pré cirúrgicas e 14 pós cirúrgicas) referentes à 14 pacientes que se submeteram ao tratamento ortodôntico com cirurgia ortognática realizada a partir do planejamento virtual. Após orientação das imagens, 3 pontos dentários foram marcados em cada arcada nas imagens tomográficas dos tempos pré e pós-cirúrgicos, assim como no planejamento. Os valores que representam a localização no espaço de cada um dos pontos foram tabelados. Foi realizado o cálculo do desvio quadrático médio entre dados do planejamento e da movimentação real e, utilizando o Teste T pareado ou Wilcoxon, a depender a distribuição dos dados, foram comparados os dados dos tempos pré e pós-cirúrgicos e o valor real de deslocamento com o planejado. O desvio quadrático médio foi acima de 2mm no eixo anteroposterior para os dentes 21 e 16 nos casos em que era planejado avanço mandibular. Analisando-se os tempos pré e pós cirúrgicos, houve diferença estatisticamente significativa no eixo anteroposterior para os pontos demarcados em dentes superiores. Em relação à

comparação entre o deslocamento real obtido e o que foi planejado, não houve diferença estatisticamente significativa. O planejamento virtual tridimensional mostrou-se como ferramenta válida para planejamento e realização de cirurgias ortognáticas, trazendo resultados dentro do limite do que consideramos clinicamente aceitável.

SUMMARY

VALIM, Patrícia. Avaliação da previsibilidade do planejamento virtual da cirurgia ortognática. Orientador: Dr. Lincoln Issamu Nojima. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2017. Dissertação (Mestrado em Odontologia – Ortodontia) 48f.

The objective of the authors was to evaluate the predictability of orthognathic surgery performed according to the virtual three-dimensional planning. For the present study, 28 concomitant CT scans (14 preoperative and 14 postoperative) were selected for 14 patients who underwent orthodontic treatment with orthognathic surgery performed through virtual planning. After orientation of the images, 3 dental landmarks were delimited in each dental arch in the tomographic images of pre and post-surgical times, as well as in the planning. The values representing the location in the space of each of the points were tabulated. The mean square deviation between planned and actual movement data was calculated and, using the paired T-Test or Wilcoxon, the pre and post-surgical data were compared, as well as the actual displacement value to the planned one. The mean square deviation was above 2mm in the anteroposterior axis for teeth 21 and 16 in cases where mandibular advancement was planned. Analyzing the pre and post surgical times, there was a statistically significant difference in the anteroposterior axis for maxillary teeth. Regarding the comparison between the actual displacement obtained and what was planned, there was no statistically significant difference. The three-dimensional virtual planning proved to be a valid tool for planning and performing

orthognathic surgeries, bringing results within the limits of what we consider to be clinically acceptable.

LISTA DE SIGLAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
CAD	<i>Computer-aided design</i>
CAM	<i>Computer-aided manufacturing</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
DP	Desvio padrão
Et al	E outros
HUCFF	Hospital Universitário Clementino Fraga Filho
ICC	<i>Intraclass Correlation Coefficient</i>
p	p-valor
Plan	Grupo de dados da movimentação planejada
PréC	Grupo de dados pré-cirúrgicos
PósC	Grupo de dados pós-cirúrgicos
Real	Grupo de dados da movimentação real
STL	<i>Standard Triangle Language</i>
TCFC	Tomografia computadorizada de feixe cônico
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UH	Unidade Hounsfield

LISTA DE FIGURAS

DELINEAMENTO DA PESQUISA

Página

- Figura 1** Imagem digital do método de sobreposição dos modelos digitais e imagens dentárias da tomografia. Em A, B e C o contorno externo do arquivo do modelo digital é ilustrado nos cortes multiplanares coronal, sagital e axial, respectivamente. Em D o modelo pode ser visualizado sobreposto à reconstrução 3D com o recurso do mapa de cores..... 7
- Figura 2** Imagem digital da reconstrução panorâmica evidenciando as regiões de interesse da segmentação para que seja realizado o planejamento e simulação cirúrgica. Pontos amarelos localizados na mandíbula, sendo dois nos segmentos proximais e um no segmento distal, e o ponto vermelho na maxila..... 8
- Figura 3** Imagem digital evidenciando o refinamento da área segmentada e geração do modelo de superfície. A e B – delimitação tridimensional do segmento proximal da mandíbula na reconstrução 3D; C- reconstrução 3D do segmento delimitado; D- modelo de superfície gerado..... 8
- Figura 4** Imagem digital mostrando a sequência da simulação da osteotomia Le Fort I. Em A e B as linhas vermelhas delimitam os cortes da osteotomia. Na mesma tela é possível antever o resultado de forma tridimensional (C) e, quando satisfatório, é gerado um modelo de superfície com a osteotomia realizada (D)..... 9

- Figura 5** Imagem digital mostrando a sequência da simulação da osteotomia sagital da mandíbula. Em A e B as linhas vermelhas delimitam os cortes da osteotomia. Na mesma tela é possível antever o resultado de forma tridimensional (C) e, quando satisfatório, é gerado um modelo de superfície com a osteotomia realizada (D)..... 10
- Figura 6** Imagem digital da simulação cirúrgica com o reposicionamento da maxila e mandíbula. Em A observa-se o modelo de superfície obtido à partir das imagens tomográficas iniciais, com a simulação das osteotomias necessárias para a cirurgia. Em B observa-se o reposicionamento da maxila e da mandíbula após a cirurgia virtual..... 10
- Figura 7** Imagem digital do preparo para confecção do guia interoclusal intermediário com mandíbula reposicionada e maxila na posição original. O espaço interoclusal pode ser regulado no *software*, que realiza a rotação mandibular de forma automática, permitindo a confecção do guia com espessura adequada. Em A e B- visão lateral direita e esquerda respectivamente, evidenciando os limites superiores e inferiores. C e D- Vistas oclusais e delimitação da largura médio-lateral do guia cirúrgico..... 11
- Figura 8** Imagem digital do arquivo STL pronto para exportação para a impressão por prototipagem rápida..... 12
- Figura 9** Imagem digital da delimitação da região de interesse para que seja realizada a sobreposição das imagens baseada por voxel. A- corte axial; B- corte coronal; C- corte sagital..... 13
- Figura 10** Imagem digital do resultado da sobreposição das imagens geradas à partir das tomografias dos tempos pré e pós cirúrgicos..... 14

- Figura 11** Imagem digital exemplificando a marcação dos pontos dentários. Em A, B e C o ponto verde é marcado utilizando-se a visualização com o filtro automático do software nos cortes coronal, sagital e axial, respectivamente. A visualização na reconstrução tridimensional (D) também auxilia na localização do ponto de interesse. Para aumentar a precisão, foi utilizado a visualização com mapa de cores. Em E, F, G e H podemos observar o posicionamento do ponto verde nos cortes coronal, sagital, axial e na reconstrução tridimensional, respectivamente..... 15
- Figura 12** Ilustração demonstrando a definição dos eixos X-transversal, Y- anteroposterior e Z- vertical. O encontro dos eixos determina o ponto 0 e valores são associados aos pontos demarcados nos três eixos, obedecendo o sistema de coordenadas cartesianas. Valores positivos e negativos foram determinados de acordo com a imagem..... 16

ARTIGO 1**Página**

- Figura 1** Imagem digital da simulação cirúrgica com o reposicionamento da maxila, mandíbula e mento. A – visão inferior; B- visão lateral direita..... 36
- Figura 2** Imagem digital da delimitação da região de interesse para que seja realizada a sobreposição das imagens baseado por voxel. A-corte axial; B- corte coronal; C- corte sagital..... 36

- Figura 3** Ilustração demonstrando a definição dos eixos X-transversal, Y- anteroposterior e Z- vertical. O encontro dos eixos determina o ponto 0 e valores são associados aos pontos demarcados nos três eixos, obedecendo o sistema de coordenadas cartesianas. Valores positivos e negativos foram determinados de acordo com a imagem..... 37
- Figura 4** Ilustração da sequência de mudança de posição condilar caracterizada como deslizamento condilar medial. Quando há um espaço entre o seguimento proximal e distal da mandíbula (A), pode haver flexão do segmento condilar causando um deslocamento medial do côndilo na fossa articular (B). Após a cirurgia há liberação dessa tensão e o deslocamento inferior do côndilo na parede medial da fossa articular (C). Adaptado de Reyneke, J. P., & Ferretti, C. (2002). Intraoperative diagnosis of condylar sag after bilateral sagittal split ramus osteotomy. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 40(4), 285–292..... 38
- Figura 5** Imagem digital da reconstrução 3D da tomografia pós-cirúrgica demonstrando quadro clínico após deslizamento condilar unilateral..... 39

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1		Página
Tabela 1	Estatística descritiva e inferencial dos dados pré e pós-cirúrgicos para os casos em que foi planejado avanço mandibular.....	31
Tabela 2	Estatística descritiva e inferencial dos dados planejados e o que foi obtido para os casos em que foi planejado avanço mandibular.....	32
Tabela 3	Estatística descritiva e inferencial dos dados pré e pós-cirúrgicos para os casos em que foi planejado recuo mandibular.....	33
Tabela 4	Estatística descritiva e inferencial dos dados planejados e o que foi obtido para os casos em que foi planejado recuo mandibular.....	34
Tabela 5	Diferença em milímetros entre os dados do planejamento e os dados obtidos após a cirurgia ortognática para os casos de avanço mandibular demonstrada através do desvio quadrático médio.....	35
Tabela 6	Diferença em milímetros entre os dados do planejamento e os dados obtidos após a cirurgia ortognática para os casos de recuo mandibular demonstrada através do desvio quadrático médio.....	35

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. PROPOSIÇÃO.....	4
3. DELINEAMENTO DA PESQUISA	5
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	5
3.2 PLANEJAMENTO CIRÚRGICO.....	6
3.2.1 Obtenção do crânio virtual composto	6
3.2.2 Segmentação.....	7
3.2.3 Simulação cirúrgica.....	9
3.2.4 Fabricação do guia interoclusal.....	11
3.3 CIRURGIA ORTOGNÁTICA	12
3.4 ANÁLISE.....	12
3.4.1 Orientação das imagens	12
3.4.2 Marcação de pontos.....	14
3.5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO	17
3.5.1 Calibração Intra-examinador	17
3.5.2 Análise estatística dos dados.....	18
4. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	19
4.1 ARTIGO 1.....	19
5. CONCLUSÃO.....	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
7. ANEXOS.....	49
7.1 TABELAS ICC.....	49
7.2 PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	51

1. INTRODUÇÃO

O tratamento ortodôntico cirúrgico é indicado para discrepâncias esqueléticas importantes. O procedimento é realizado há várias décadas e produz mudanças funcionais, estéticas e psicossociais nos pacientes que se submetem a este tipo de terapia. Para que os resultados esperados sejam alcançados, é de extrema importância que um minucioso plano de tratamento seja elaborado (ELLIS, 1999; ECKHARDT; CUNNINGHAM, 2004). Para isso é necessário a coleta de uma lista de informações do paciente que orientará o profissional para o correto diagnóstico e o plano de tratamento coerente (XIA et al., 2011; ABOUL-HOSN CENTENERO; HERNÁNDEZ-ALFARO, 2012).

Tradicionalmente, o plano de tratamento orto-cirúrgico é realizado por meio do diagnóstico que envolve exame clínico, modelos de estudo montados em articulador semi-ajustável, exames de imagem e outros exames complementares solicitados para o caso que, associados à anamnese e queixa principal do paciente, permitem a identificação do problema e estabelecimento das metas de tratamento (TUCKER et al., 2010; ABOUL-HOSN CENTENERO; HERNÁNDEZ-ALFARO, 2012; BAKER et al., 2012).

O planejamento cirúrgico convencional envolve um laborioso processo de traçados manuais e *setups* nos modelos de gesso. Embora eficaz, esse processo consome significativo tempo na sua elaboração (RESNICK et al., 2016; STEINHUBER et al., 2017) e incorpora várias etapas que podem aumentar as falhas e ocasionar imprecisões do resultado do tratamento (TUCKER et al., 2010; SWENNEN, 2014). Na cirurgia de modelos convencional somente a região dentária é representada tridimensionalmente e a relação com o complexo craniofacial é feita por meio da radiografia cefalométrica lateral, que por si só já é limitada pelo fato de representar uma estrutura tridimensional (3D) em duas dimensões (2D) (GATENO et

al., 2007; BELL, 2010; TUCKER et al., 2010; XIA et al., 2011; ABOUL-HOSN CENTENERO; HERNÁNDEZ-ALFARO, 2012). Nessa técnica, as estruturas ósseas na qual o cirurgião intervém durante a cirurgia ortognática não podem ser visualizadas e manipuladas de forma precisa, distanciando-se da cirurgia real (TUCKER et al., 2010). Assim, movimentos de rotação e translação não são bem controlados na cirurgia de modelos e há a impossibilidade de observação de interferências entre estruturas ósseas (ABOUL-HOSN CENTENERO; HERNÁNDEZ-ALFARO, 2012; ZINSER et al., 2013). Devido a essas características, o planejamento para pacientes com assimetrias é restrito (ELLIS III, 1990; XIA et al., 2011).

A evolução das tecnologias 3D introduziu avanços que propiciaram o desenvolvimento de métodos de planejamento envolvendo tecnologias CAD/CAM. Inicialmente foram utilizadas prototipagens rápidas dos ossos da face para que as simulações cirúrgicas fossem realizadas nesses modelos. Essa metodologia, embora aparentemente proveitosa, tem algumas desvantagens como o preço relativamente elevado, dificultando o acesso do paciente a esse tipo de procedimento e o fato da região dentária não ter a definição adequada para estabelecer a oclusão do paciente (SONG; BAEK, 2009). Adicionalmente, também embute um tempo de laboratório sobre esses modelos para que o planejamento seja executado (GATENO et al., 2007; BELL, 2010). Apesar de tal técnica não eliminar a necessidade de realização da cirurgia de modelos convencional para a confecção do guia cirúrgico, foi um passo em direção ao planejamento tridimensional tal qual se conhece hoje.

Como alternativa à prototipagem dos ossos da face, foram desenvolvidos *softwares* que permitem a simulação da cirurgia através de sofisticadas ferramentas de posicionamento tridimensional. Através de algoritmos matemáticos, os dados obtidos na tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) são convertidos em imagens tridimensionais, sendo possível interagir com a imagem gerada através desses *softwares* específicos (MARCHETTI et al., 2007; LIN; LO, 2015). Assim, têm-se a possibilidade de trabalho com dados mais ricos e que trazem maior qualidade para o diagnóstico, objetivando um planejamento mais previsível (TUCKER et al., 2010). Esse torna-se um importante instrumento de diagnóstico que possibilita detectar assimetrias em vários planos do espaço (STOKBRO et al., 2014).

O planejamento virtual tridimensional permite ultrapassar muitas das limitações impostas pelo método tradicional, já que torna possível visualizar e manipular estruturas dentárias e ósseas. A simulação cirúrgica com *softwares* que realizam a manipulação tridimensional da imagem permite que o cirurgião planeje os movimentos cirúrgicos em 6 graus de liberdade: 3 planos de espaço rotacionais e 3 translacionais (TUCKER et al., 2010). Além da liberdade de movimentação e observação direta das estruturas e possíveis interferências ósseas, ainda há a vantagem da possibilidade de se realizar várias alternativas de tratamento para obter a melhor resposta para o paciente específico, adaptando o planejamento sempre que necessário para ultrapassar possíveis dificuldades (TUCKER et al., 2010; STOKBRO et al., 2014).

Vantagens adicionais podem ser destacadas no planejamento tridimensional com *software*. Uma característica importante é a diminuição da quantidade de material empregado no processamento e, portanto, da quantidade de lixo produzida, o que torna essa opção de planejamento ambientalmente correta. Além disso, o fato de se trabalhar somente com arquivos manipulados por computador facilita a comunicação entre o cirurgião e o ortodontista, uma vez que vários operadores podem acessar os arquivos onde estiverem, tornando essa opção mais vantajosa no sentido financeiro e de tempo aplicado para que seja realizado (RESNICK et al., 2017). Uma vantagem adicional da utilização de *softwares* é o possível uso para ensino de cirurgiões bucomaxilofaciais e ortodontistas em formação, já que podem simular diferentes situações clínicas e diferentes planos de tratamento para os casos observados. (BELL, 2010; STOKBRO et al., 2014)

Este método de planejamento tridimensional com o auxílio de *softwares* tem se tornado um mecanismo padrão de planejamento das cirurgias ortognáticas (SUN et al., 2013). No entanto, ainda são necessários mais estudos sobre a reprodutibilidade e precisão dos diferentes sistemas de planejamentos virtuais (STOKBRO et al., 2014; GABER et al., 2017). Dessa forma, o estudo visa avaliar a previsibilidade da cirurgia ortognática realizada seguindo o planejamento virtual tridimensional.

2. PROPOSIÇÃO

Avaliar a previsibilidade da cirurgia ortognática realizada segundo o planejamento virtual tridimensional, através da análise do deslocamento de pontos dentários demarcados em imagens tomográficas, nos tempos pré e pós-cirúrgicos comparado com o deslocamento planejado para os mesmos pontos.

3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Este foi um estudo observacional descritivo retrospectivo desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Odontologia - Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, sendo previamente submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF/UFRJ) e aprovado segundo parecer número 1.399.577 (Anexo 1, Pág 51).

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Para o estudo, foram selecionados os prontuários de pacientes submetidos à cirurgia ortognática em clínica privada, nos quais 14 pacientes preencheram os seguintes critérios:

- pacientes que realizaram cirurgia ortognática seguindo o planejamento e simulação cirúrgica executada com o auxílio do software *Dolphin 3D (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, CA, USA)*;
- pacientes que foram operados utilizando guias cirúrgicos prototipados a partir de um arquivo STL gerado pelo software;
- pacientes que foram submetidos à cirurgia ortognática bimaxilar com ou sem mentoplastia associada; e,
- pacientes que realizaram TCFC em até 3 semanas após a cirurgia.

Dos pacientes selecionados, 5 eram do sexo feminino e 9 do sexo masculino, com a idade entre 19 e 65 anos (média $27,46 \pm 13,28$).

3.2 PLANEJAMENTO CIRÚRGICO

Para determinar a previsibilidade do resultado cirúrgico dos pacientes operados seguindo o protocolo de planejamento realizado com o *software Dolphin 3D (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, CA, EUA)*, foram comparadas as movimentações planejadas com a real apresentada pela da maxila e mandíbula no pós-cirúrgico. A comparação foi realizada através da avaliação da imagem gerada a partir da TCFC dos tempos pré e pós-cirúrgicos confrontados com dados do planejamento.

Os registros tomográficos pós-cirúrgicos foram obtidos no período máximo de 3 semanas após a cirurgia e nenhuma movimentação dentária ortodôntica foi realizada até a data do exame. Os exames dos tempos pré e pós-cirúrgicos de um mesmo paciente foram realizados no mesmo centro radiológico.

3.2.1 Obtenção do crânio virtual composto

Para que houvesse melhor definição da região dentária, o que é de extrema importância para a confecção de guias cirúrgicos, bem como para o estabelecimento da oclusão pós-cirúrgica adequada, modelos de gesso foram confeccionados e, utilizando-se um *scanner de superfície à laser (Ortho Insight 3D™ Scanner, Motion View, Chattanooga, TN, EUA)*, foram obtidos modelos digitais. Os arquivos gerados pelo escaneamento dos modelos foram sobrepostos às imagens da TCFC, eliminando a falta de qualidade e precisão dos dentes no exame tomográfico em função dos artefatos gerados pela presença de bráquetes.

A sobreposição do modelo digital com a imagem dentária da tomografia foi realizada através de processo semi-automático. Inicialmente o software faz uma sobreposição de forma automática, mas pode-se refinar o resultado manualmente com o auxílio de dois recursos: visualização dos cortes multiplanares e mapa de cores. O mapa de cores ilustra em escala cromática a distância entre a superfície do modelo digital em relação aos dentes da imagem tomográfica, fornecendo uma visualização que possibilita ajuste da posição. Simultaneamente, também é visualizada a ilustração do contorno do modelo digital sobreposto à imagem tomográfica em diferentes cortes (Figura 1, pág 07).

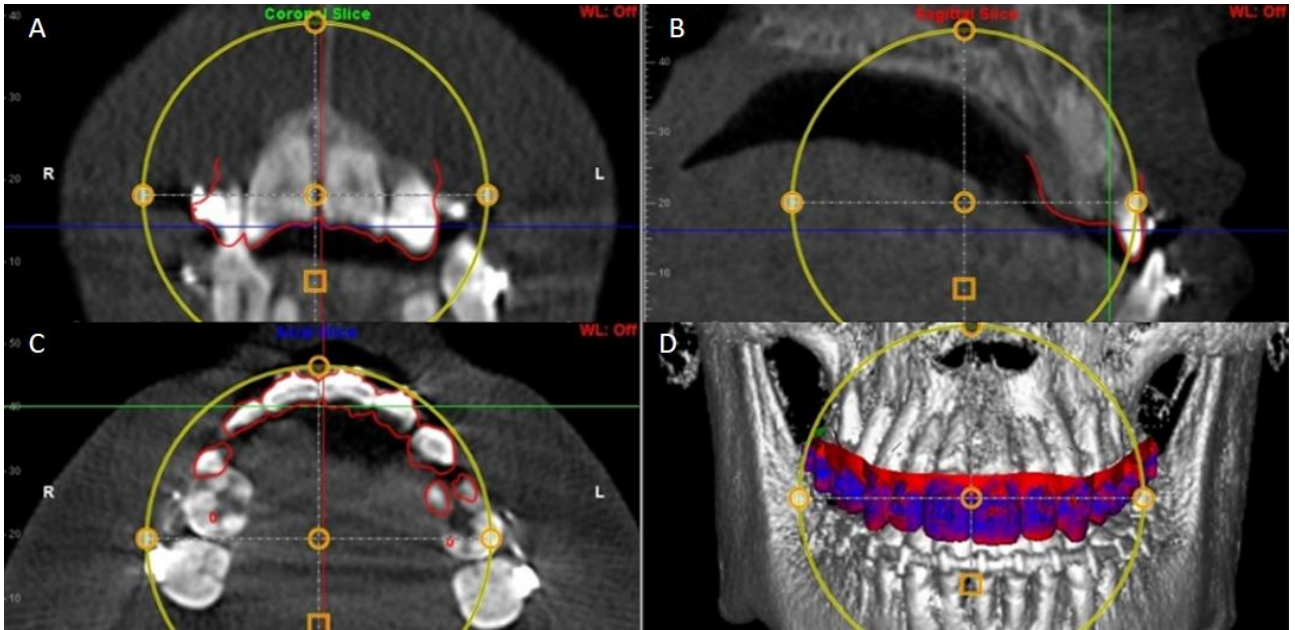


Figura 1. Imagem digital do método de sobreposição dos modelos digitais e imagens dentárias da tomografia. Em A, B e C o contorno externo do arquivo do modelo digital é ilustrado nos cortes multiplanares coronal, sagital e axial, respectivamente. Em D o modelo pode ser visualizado sobreposto à reconstrução 3D com o recurso do mapa de cores.

3.2.2 Segmentação

Através da visualização da reconstrução panorâmica, que foi gerada a partir das imagens tomográficas, foi feita a segmentação inicial das regiões de interesse. As regiões maxilar e mandibular foram selecionadas, sendo a mandíbula dividida em três regiões: dois segmentos proximais e um segmento distal (Figura 2, página 8).

Após o refinamento da segmentação, com a delimitação tridimensional da região de interesse, foi gerado um modelo de superfície das regiões delimitadas (Figura 3, página 8).

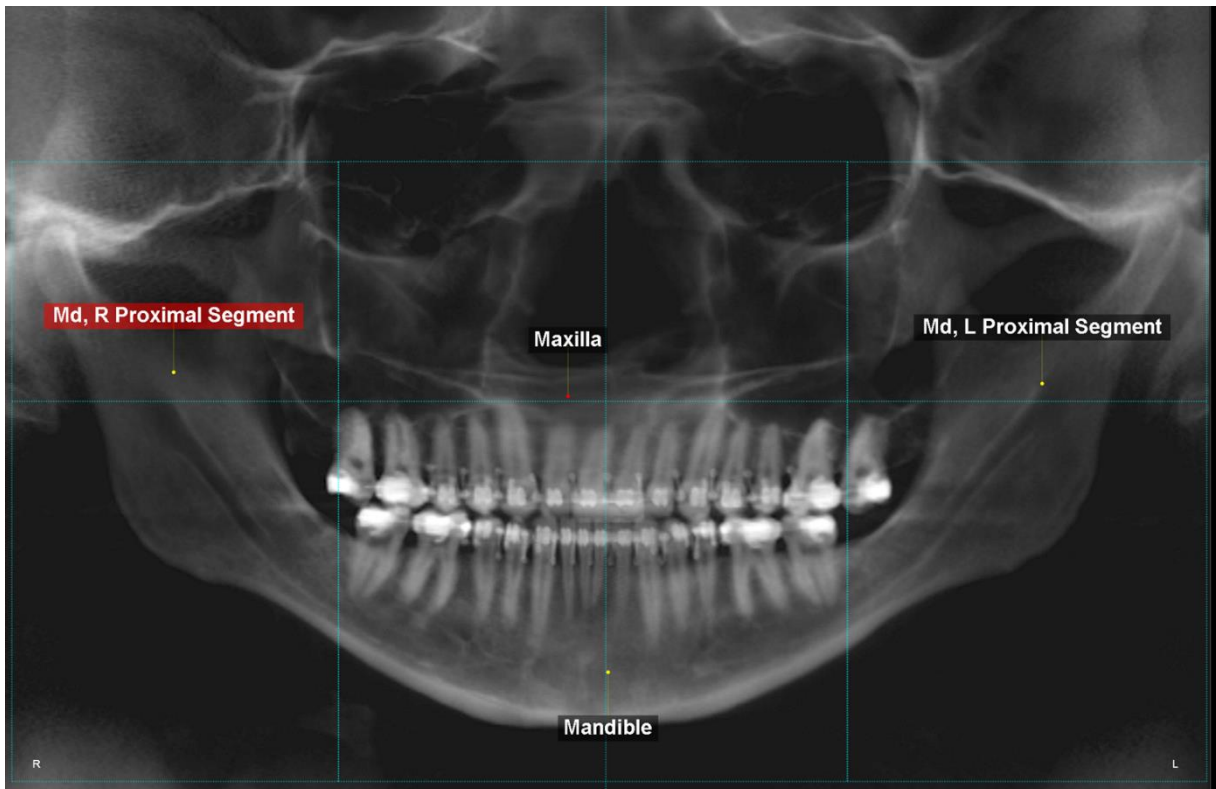


Figura 2. Imagem digital da reconstrução panorâmica evidenciando as regiões de interesse da segmentação para que seja realizado o planejamento e simulação cirúrgica. Pontos amarelos localizados na mandíbula, sendo dois nos segmentos proximais e um no segmento distal, e o ponto vermelho na maxila.

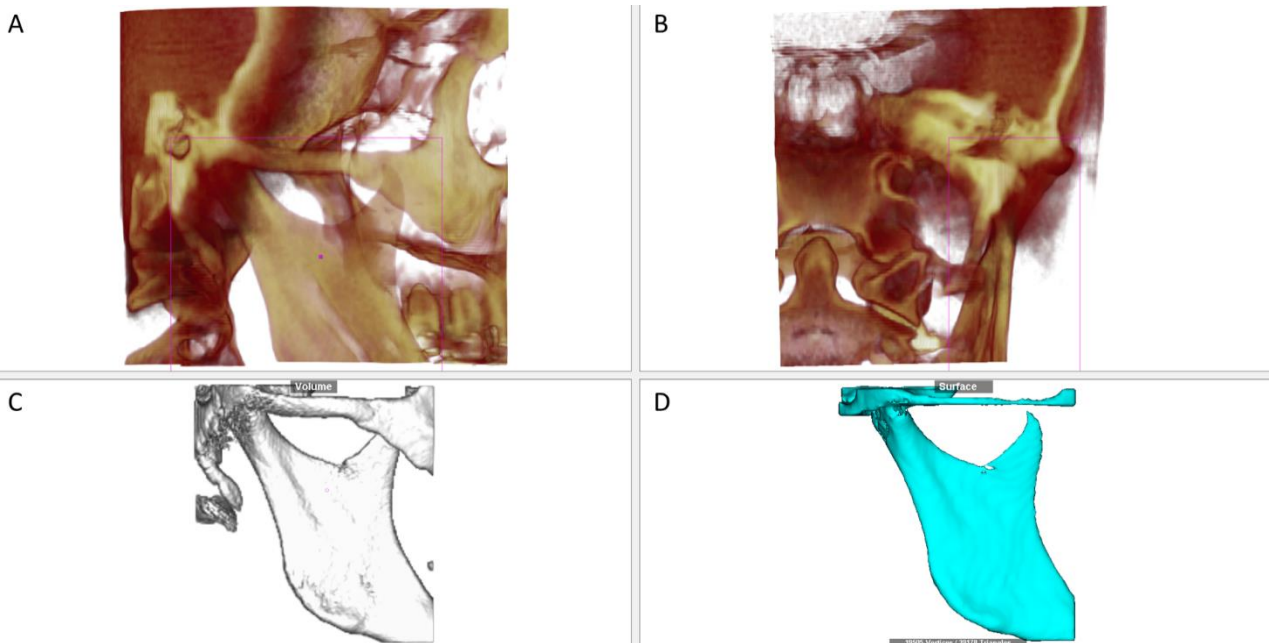


Figura 3. Imagem digital evidenciando o refinamento da área segmentada e geração do modelo de superfície. A e B) delimitação tridimensional do segmento proximal da mandíbula na reconstrução 3D; C) reconstrução 3D do segmento delimitado; D) modelo de superfície gerado.

3.2.3 Simulação cirúrgica

Após a criação do crânio composto, as osteotomias foram planejadas e desenhadas (Figuras 4 e 5, página 10). Em seguida, orientado pelos dados obtidos a partir da análise facial e cefalometria, a cirurgia virtual foi realizada com reposicionamento da maxila, mandíbula e mento para local desejado (Figura 6, página 10). Durante a movimentação das estruturas, foi possível analisar a relação dentária, prever possíveis interferências ósseas e visualizar as modificações em tempo real, tanto visualmente (para tecido ósseo e tecido mole), quanto quantitativamente, através de medidas geradas e mostradas durante a movimentação das estruturas.

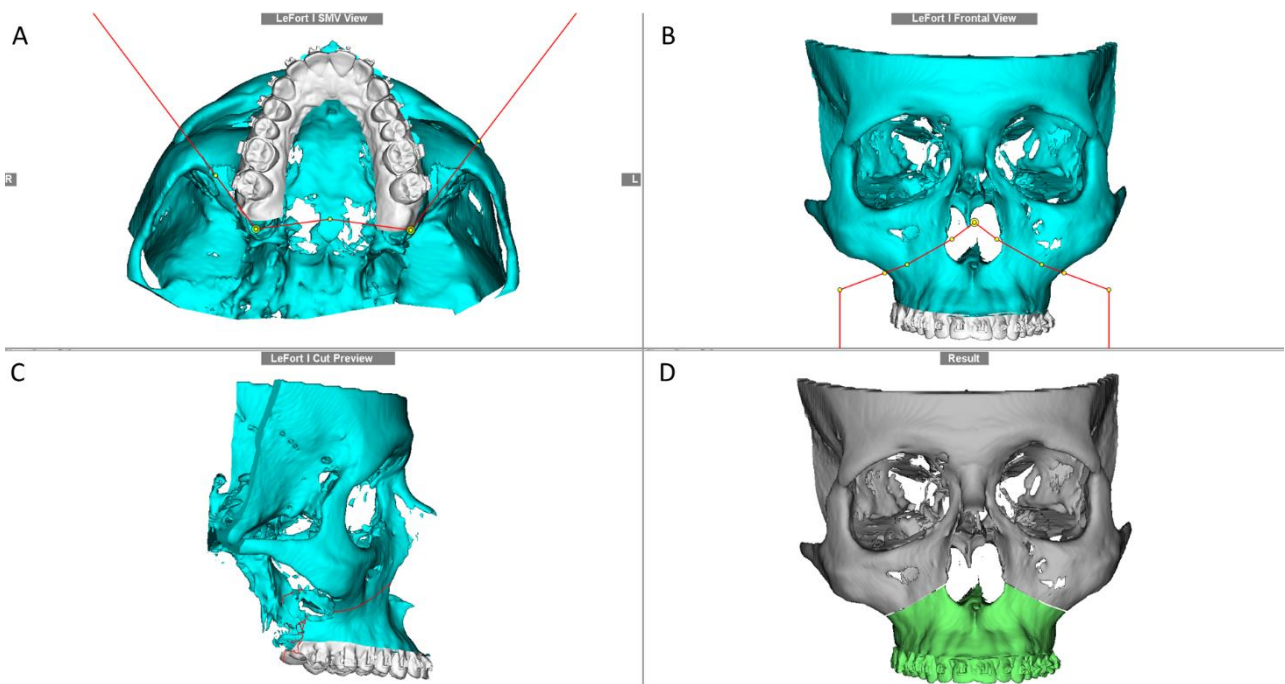


Figura 4. Imagem digital mostrando a seqüência da simulação da osteotomia Le Fort I. Em A e B as linhas vermelhas delimitam os cortes da osteotomia. Na mesma tela é possível antever o resultado de forma tridimensional (C) e, quando satisfatório, é gerado um modelo de superfície com a osteotomia realizada (D).

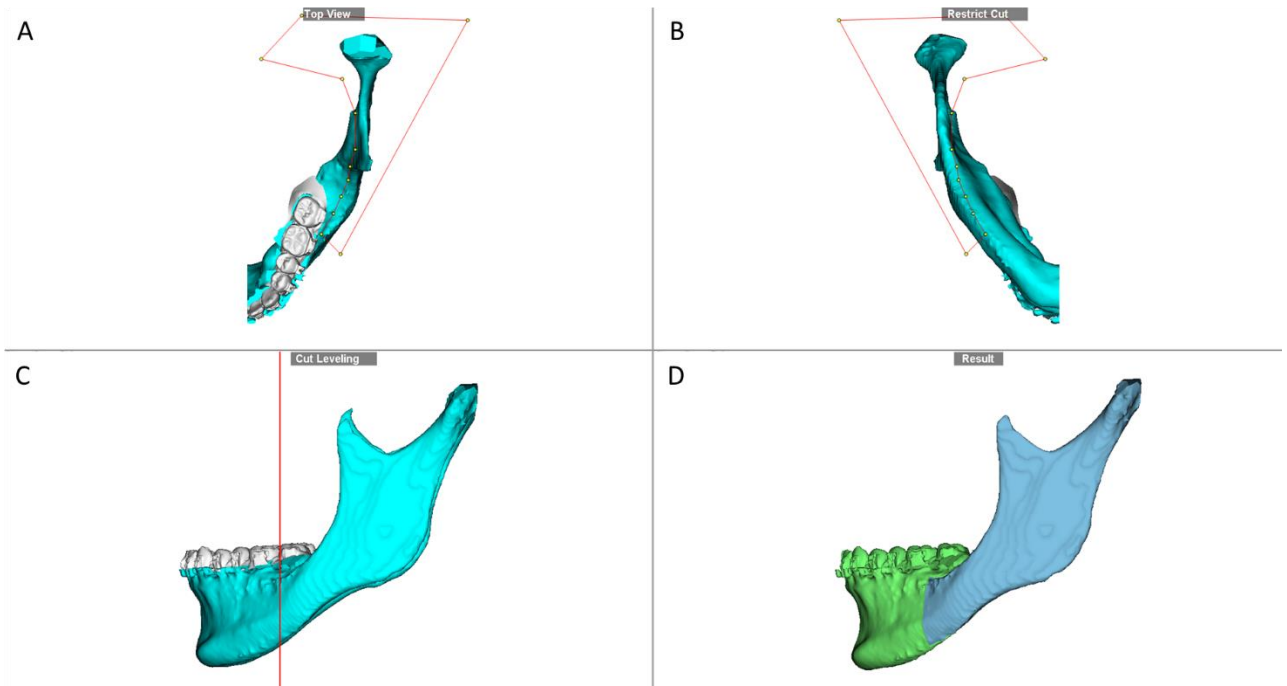


Figura 5. Imagem digital mostrando a sequência da simulação da osteotomia sagital da mandíbula. Em A e B as linhas vermelhas delimitam os cortes da osteotomia. Na mesma tela é possível antever o resultado de forma tridimensional (C) e, quando satisfatório, é gerado um modelo de superfície com a osteotomia realizada (D).

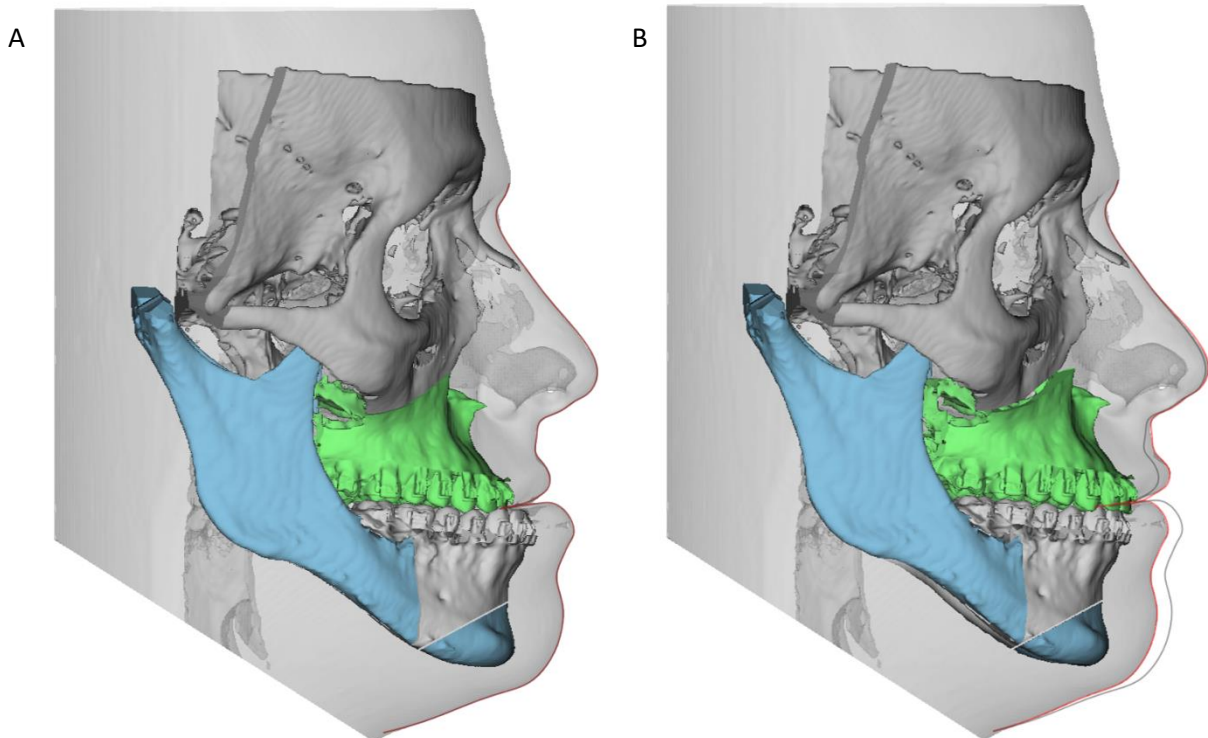


Figura 6. Imagem digital da simulação cirúrgica com o reposicionamento da maxila e mandíbula. Em A observa-se o modelo de superfície obtido à partir das imagens tomográficas iniciais, com a simulação das osteotomias necessárias para a cirurgia. Em B observa-se o reposicionamento da maxila e da mandíbula após a cirurgia virtual.

3.2.4 Fabricação do guia interoclusal

Após a finalização da cirurgia virtual, foram fabricados guias interoclusais intermediários para que maxila e mandíbula pudessem assumir a posição planejada durante o ato cirúrgico. Os guias foram gerados pelo *software* (Figuras 7 e 8, página 12) e fabricados utilizando prototipagem rápida com tecnologia PolyJet (Objet Eden260VS; Stratasys, Eden Prairie, Minn).

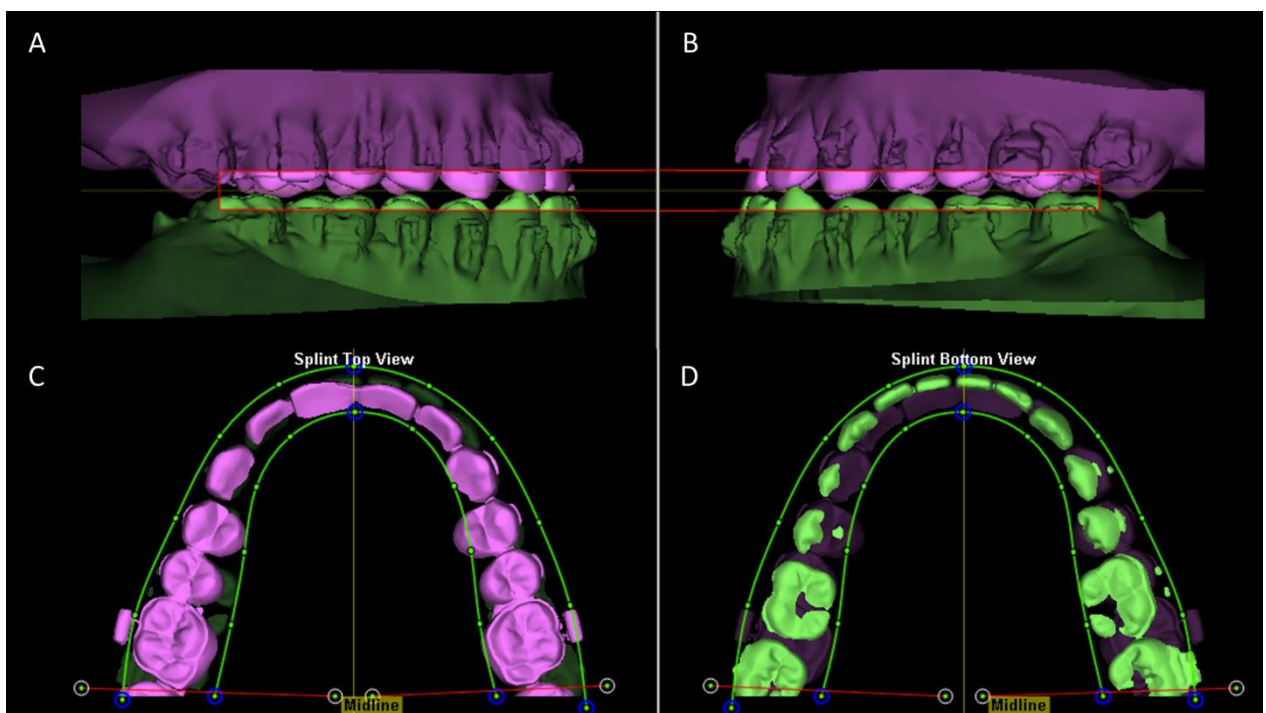


Figura 7. Imagem digital do preparo para confecção do guia interoclusal intermediário com mandíbula reposicionada e maxila na posição original. O espaço interoclusal pode ser regulado no *software*, que realiza a rotação mandibular de forma automática, permitindo a confecção do guia com espessura adequada. Em A e B- visão lateral direita e esquerda respectivamente, evidenciando os limites superiores e inferiores. C e D- Vistas oclusais e delimitação da largura médio-lateral do guia cirúrgico.

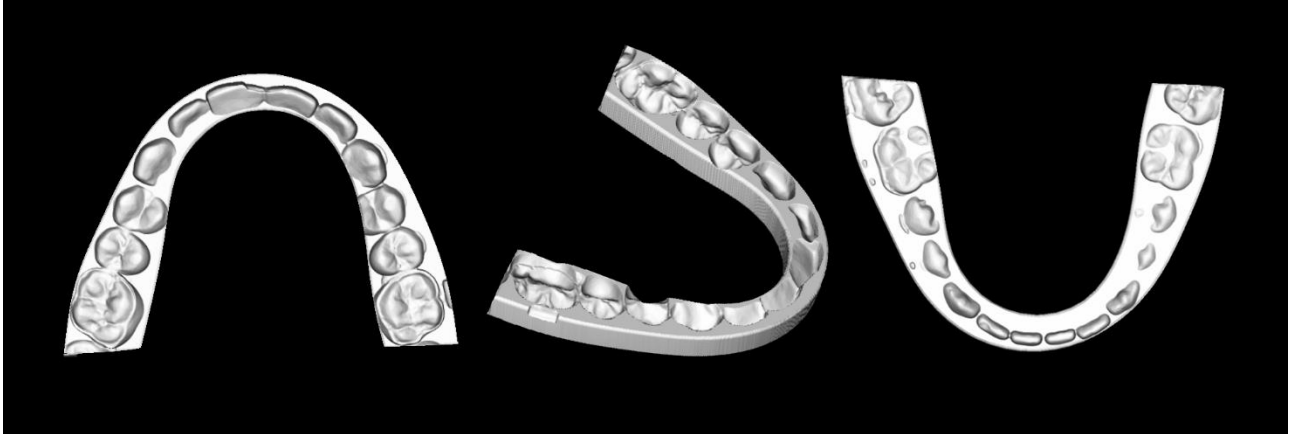


Figura 8. Imagem digital do arquivo STL pronto para exportação para a impressão por prototipagem rápida.

3.3 CIRURGIA ORTOGNÁTICA

As cirurgias foram realizadas por dois cirurgiões de forma conjunta utilizando o guia interoclusal intermediário gerado no software para posicionar a mandíbula, que foi operada antes da maxila em todos os pacientes. Tratamento ortodôntico pré-cirúrgico com preparo convencional e remoção de compensações dentárias foi executado em todos os casos. Dessa forma, o guia final pôde ser dispensado e a oclusão do paciente foi usada para determinar a posição final da maxila. Para realizar o controle do posicionamento vertical da maxila, foi utilizada uma referência externa que consiste na introdução de um pino chamado de fio de *Kischner* no osso da região da glabella.

3.4 ANÁLISE

3.4.1 Orientação das imagens

Para que a comparação entre a posição da maxila e da mandíbula nos tempos pré e pós cirúrgicos fosse realizada, foi necessário estabelecer a mesma orientação para o crânio nas imagens analisadas. A tomografia pré-cirúrgica foi orientada pelo cirurgião de acordo com a análise facial realizada pelo mesmo. Essa orientação estabelece a posição do crânio virtual composto utilizado no planejamento e, portanto, os planos de referência que determinam os valores de

movimentação para cada ponto marcado sobre o modelo. Sendo assim, o exame pós-cirúrgico deveria ser orientado da mesma forma para que pudesse haver uma comparação dos diferentes tempos.

Essa uniformização da orientação da imagem foi realizada utilizando a ferramenta de sobreposição do *software Dolphin 3D* (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, CA, USA), que é baseada na sobreposição automática por voxel de uma região selecionada, podendo ser refinada manualmente. A região escolhida para o procedimento foi a base do crânio e a calota craniana, já que a cirurgia ortognática não interferia nessas estruturas (Figura 9). O resultado da sobreposição pode ser observado na figura 10, página 14.



Figura 9. Imagem digital da delimitação da região de interesse para que seja realizada a sobreposição das imagens baseado por voxel. A- corte axial; B- corte coronal; C- corte sagital.

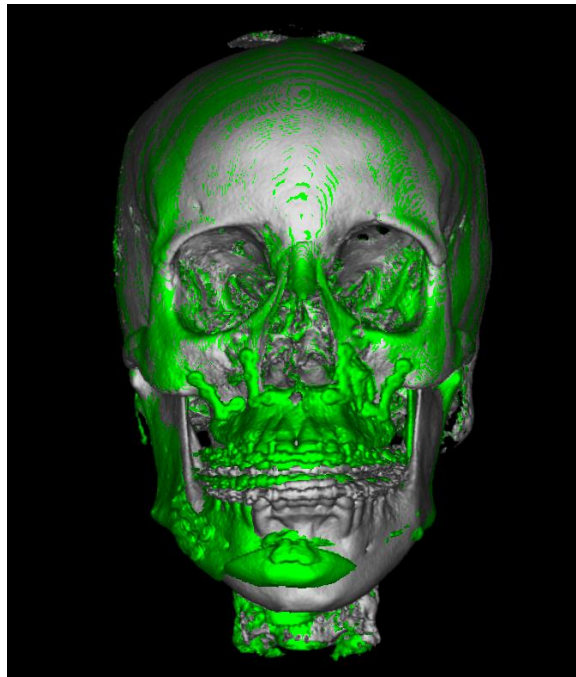


Figura 10. Imagem digital do resultado da sobreposição das imagens geradas à partir das tomografias dos tempos pré e pós-cirúrgicos.

3.4.2 Marcação de pontos

Após aplicar o posicionamento à imagem tomográfica do período pós-cirúrgico, foram marcados pontos nas imagens. Partindo do princípio que três pontos não colineares formam um plano e, portanto, fornecem informações suficientes sobre o deslocamento de um objeto nos três planos do espaço, os pontos escolhidos foram a margem incisal dos incisivos centrais esquerdos e a cúspide mesiovestibular dos primeiros molares de ambas as arcadas. Os mesmos pontos foram remarcados no planejamento pelo mesmo operador.

Como não foram realizadas movimentações ortodônticas entre as TCFC pré e pós-operatórias, foi possível utilizar pontos dentários para comparação entre os tempos. Para aumentar a precisão na marcação dos pontos, esta foi realizada visualizando-se simultaneamente as imagens pré e pós-cirúrgicas, ou pré-cirúrgica e planejamento, de forma que o mesmo ponto pudesse ser marcado com a maior precisão possível nos três tempos. Além disso, para melhorar a visualização da delimitação das coroas, foi utilizado o recurso de mapa de cores, que é dependente das unidades Hounsfield (UH) e da escala de radiodensidade (Figura 11, página 15).

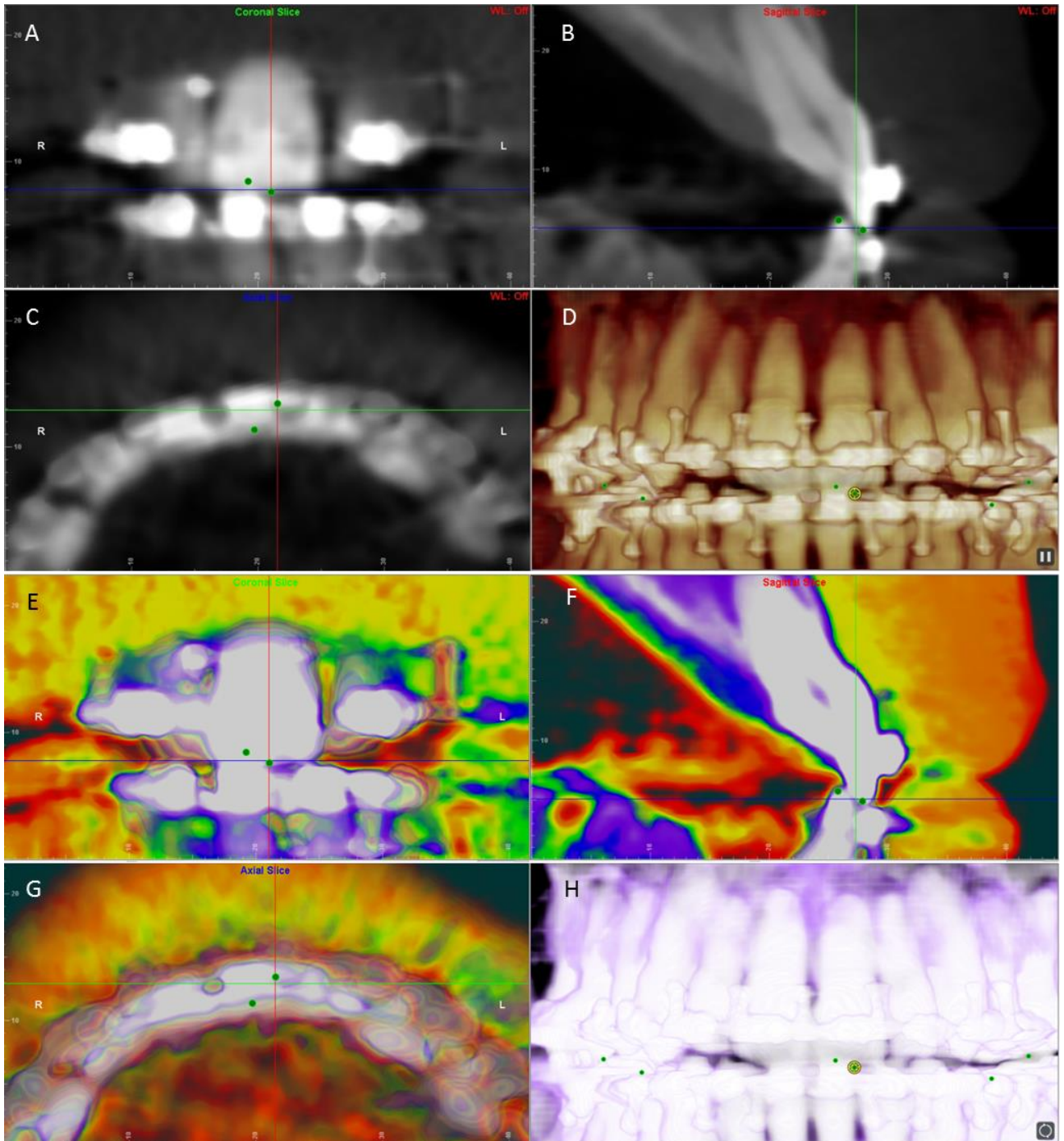


Figura 11. Imagem digital exemplificando a marcação dos pontos dentários. Em A, B e C o ponto verde é marcado utilizando-se a visualização com o filtro automático do software nos cortes coronal, sagital e axial, respectivamente. A visualização na reconstrução tridimensional (D) também auxilia na localização do ponto de interesse. Para aumentar a precisão, foi utilizado a visualização com mapa de cores. Em E, F, G e H podemos observar o posicionamento do ponto verde nos cortes coronal, sagital, axial e na reconstrução tridimensional, respectivamente.

Após a reorientação das imagens e marcação dos pontos, a análise pôde ser realizada. Os eixos de orientação determinam um sistema de coordenadas cartesiano, em que o ponto 0 é definido na intersecção dos três eixos. Cada ponto dentário demarcado na imagem tomográfica tem valores atribuídos ao mesmo em milímetros nos eixos X (transversal), Y (anteroposterior) e Z (vertical), que representam a distância em milímetros desses pontos até as linhas de referência em cada eixo (Figura 12). Estes valores foram transferidos para uma planilha e posteriormente analisados.

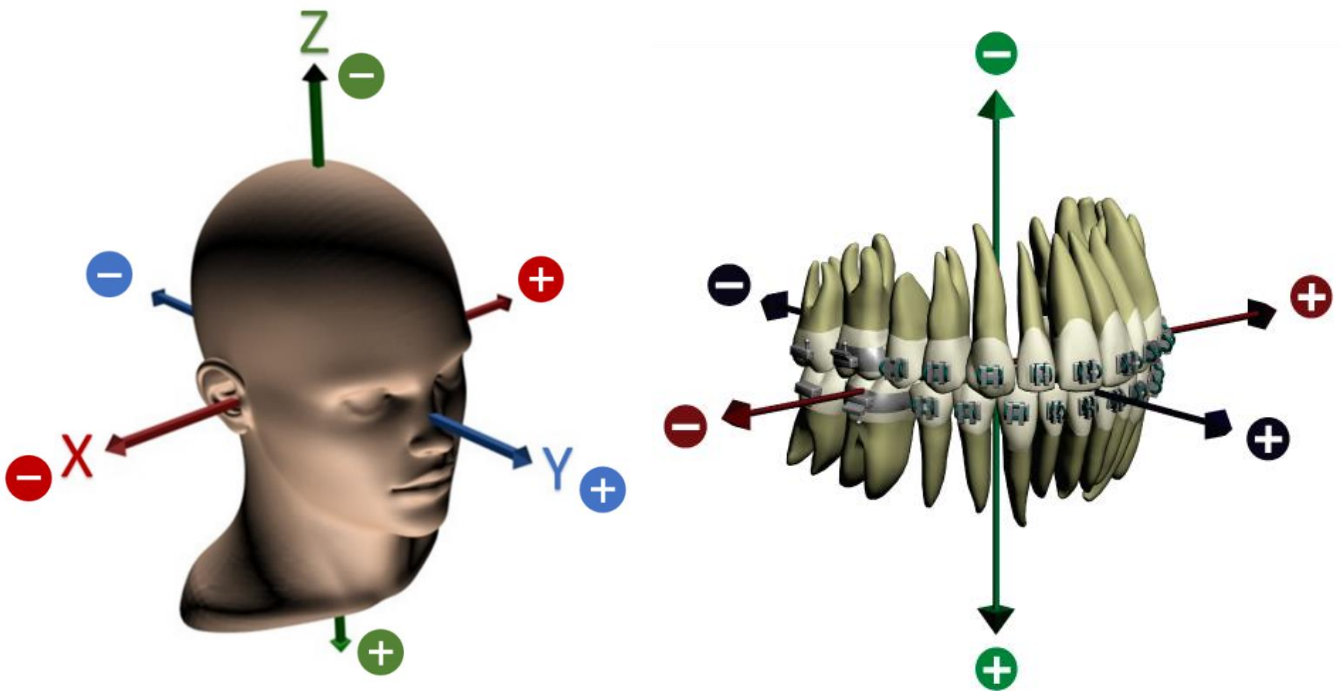


Figura 12. Ilustração demonstrando a definição dos eixos X- transversal, Y- anteroposterior e Z- vertical. O encontro dos eixos determina o ponto 0 e valores são associados aos pontos demarcados nos três eixos, obedecendo o sistema de coordenadas cartesianas. Valores positivos e negativos foram determinados de acordo com a imagem.

Os dados foram agrupados de acordo com o planejamento cirúrgico para a movimentação mandibular medida através do planejamento para incisivos centrais inferiores, se avanço ou recuo, já que as duas cirurgias são diferentes do ponto de vista de execução, podendo levar à resultados diferentes na avaliação pós-cirúrgica. O grupo de avanço (A) foi composto por 6 pacientes e o de recuo (R) por 8. Foram excluídas medições referentes à mandíbula de 1 paciente do grupo R porque a TCFC não foi realizada com o paciente em máxima intercuspidação e, sem os contatos oclusais, a mandíbula assumiu um posicionamento que não é comparável ao planejado.

Dentro de cada grupo, os dados foram dispostos em relação ao tempo cirúrgico e à movimentação. Sendo assim, obteve-se subgrupos dos tempos pré-cirúrgico (PréC) e pós-cirúrgico (PósC), e da movimentação planejada (Plan) e movimentação real (Real). Os valores para a movimentação real foram obtidos através da avaliação da mudança de posicionamento espacial entre os tempos pré e pós-cirúrgicos.

3.5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

3.5.1 Calibração Intra-examinador

Toda a amostra foi analisada por um único operador. Para obtenção da confiabilidade das medidas e da calibração do examinador, 30% da amostra foi selecionada aleatoriamente e os procedimentos de orientação das imagens e marcação de pontos foram realizados e repetidos com no mínimo duas semanas de intervalo, sob condições similares. Os valores foram comparados por meio do Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) para verificação de erros sistemáticos e casuais. O cálculo foi realizado no programa BioEstat 5.3 (Instituto Mamirauá, Amazonas, Brasil).

3.5.2 Análise estatística dos dados

Após coleta e tabulação dos dados foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a distribuição dos dados e estatísticas descritivas foram obtidas das variáveis estudadas. Testes T pareado ou Wilcoxon foram realizados, respeitando a distribuição dos dados, para testar a diferença entre os valores das coordenadas nos três eixos do espaço para os dentes avaliados. Tanto para o grupo A, quanto para o grupo R, foram testadas as diferenças entre os dados pré-cirúrgicos (PréC), pós-cirúrgicos (PósC), assim como os dados da movimentação planejada (Plan) e da movimentação obtida (Real), que foi calculada pela diferença de posicionamento entre os pontos nos tempos pré e pós-cirúrgicos. O nível de significância foi corrigido pelo método de Bonferroni para comparações múltiplas e estabelecido em 0.01. Também foi realizado o cálculo do desvio quadrático médio entre os dados do planejamento e os dados da movimentação real. As análises estatísticas foram realizadas com os programas *Statistical Package for the Social Science* (versão 23.0, SPSS, IBM, Chicago, Illinois, EUA) e *Microsoft Excel®* (Microsoft, Redmond, WA, USA).

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

4.1 ARTIGO 1

O planejamento virtual da cirurgia ortognática realmente oferece previsão dos resultados?

VALIM, P; DIAS, B; FABER, J; NOJIMA, LI

RESUMO

Introdução: O planejamento tradicional para cirurgia ortognática envolve um laborioso processo com várias etapas e pode incorporar falhas e imprecisões do tratamento. Além disso, há grande dificuldade no diagnóstico e planejamento de pacientes com assimetrias. A evolução das tecnologias 3D introduziu avanços que levaram ao desenvolvimento de *softwares* que permitem a simulação cirúrgica em imagens tridimensionais geradas a partir da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Esse método possui vantagens em relação ao tradicional e tem se tornado o mecanismo de rotina no planejamento cirúrgico, embora ainda sejam necessários mais estudos sobre a previsibilidade do mesmo. **Materiais e método:** 14 pacientes operados de acordo com planejamento virtual tridimensional foram selecionados. Após orientação das imagens, 3 pontos dentários foram marcados em cada arcada nas imagens tomográficas dos tempos pré e pós-cirúrgicos, assim como no planejamento. Os valores que representavam a localização no espaço de cada um dos pontos foram tabelados. Foi realizado o cálculo do desvio quadrático médio entre dados do planejamento e da movimentação real e, utilizando o Teste T pareado ou Wilcoxon, foram comparados os dados dos tempos pré e pós-cirúrgicos e o valor real de deslocamento com o planejado **Resultados:** O desvio quadrático

médio foi acima de 2 mm no eixo anteroposterior para os dentes 21 e 16 nos casos em que era planejado avanço mandibular. Analisando-se os tempos pré e pós-cirúrgicos, houve diferença estatisticamente significativa no eixo anteroposterior para os pontos demarcados em dentes superiores. Em relação à comparação entre o deslocamento real obtido e o que foi planejado, não houve diferença estatisticamente significativa. **Conclusões:** O planejamento virtual tridimensional mostrou-se uma ferramenta válida para a realização de cirurgias ortognáticas, trazendo resultados dentro do limite do que consideramos clinicamente aceitável.

Palavras-chave: Cirurgia ortognática, Programas de Computação, Planejamento

INTRODUÇÃO

O tratamento ortodôntico cirúrgico é indicado para discrepâncias esqueléticas importantes. O procedimento é realizado há várias décadas e produz grandes mudanças funcionais, estéticas e psicossociais nos pacientes que se submetem a este tipo de abordagem. Para que os resultados esperados sejam alcançados, é de extrema importância que um minucioso plano de tratamento seja elaborado. ¹

O planejamento para cirurgia ortognática realizado de forma convencional abrange um laborioso processo que, além de exame clínico e exames de imagens para diagnóstico, envolve moldagem e montagem dos modelos em articulador semi-ajustável, traçados manuais e *setups* nos modelos de gesso. Embora eficaz, esse processo consome significativo tempo ^{2,3} na sua elaboração e incorpora várias etapas que podem aumentar as falhas e imprecisões do resultado do tratamento. ^{4,5}

Na cirurgia de modelos convencional somente a região dentária é representada tridimensionalmente e a relação com o complexo craniofacial é feita por meio da radiografia cefalométrica lateral, que por si só já é limitada pelo fato de representar em duas dimensões (2D) uma estrutura tridimensional (3D). ^{4,6-8} Assim, movimentos de rotação e translação não são bem controlados durante a realização da cirurgia de modelos e não é possível prever interferências entre estruturas ósseas. ^{6,9} Devido a essas características, o planejamento para pacientes com assimetrias é restrito. ^{7,10}

A evolução da tecnologia introduziu avanços que possibilitaram o desenvolvimento de métodos de planejamento envolvendo tecnologias CAD/CAM com o uso de *softwares* que permitem a simulação cirúrgica através de sofisticadas ferramentas de posicionamento 3D. O planejamento virtual permite ultrapassar muitas das limitações impostas pelo método tradicional de planejamento, tornando possível a visualização e manipulação de estruturas dentárias e ósseas, observação direta de possíveis interferências e simulação de diferentes alternativas de tratamento.^{4,11}

Este método de planejamento tridimensional com o auxílio de *softwares* tem se tornado o mecanismo padrão de planejamento da cirurgia ortognática.¹² No entanto, ainda são necessários mais estudos sobre a reprodutibilidade e precisão dos diferentes sistemas de planejamentos virtuais.^{11,13} Dessa forma, este estudo visa avaliar a previsibilidade da cirurgia ortognática realizada seguindo o planejamento virtual tridimensional.

MATERIAL E MÉTODO

Após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do HUCFF/UFRJ, sob o parecer número 1.399.577 (2015), foram selecionados os prontuários de 14 pacientes (5 do sexo feminino e 9 do sexo masculino com a idade entre 19 e 65 anos (média 27,46 ± 13,28). Os critérios de inclusão foram: 1) Pacientes que realizaram cirurgia ortognática seguindo o planejamento em três dimensões realizado no *software Dolphin 3D* (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, CA, USA); 2) Pacientes que foram operados utilizando guias cirúrgicos a partir de um arquivo STL gerado pelo software; 3) Pacientes que foram submetidos à cirurgia ortognática bimaxilar com ou sem mentoplastia associada e; 4) Pacientes que realizaram TCFC em até 3 semanas após a cirurgia, antes da ocorrência da movimentação ortodôntica pós-cirúrgica.

Para que houvesse melhor definição da região dentária, o que é de extrema importância para a confecção de guias cirúrgicos e para o estabelecimento da oclusão pós-cirúrgica adequada, modelos de gesso dos pacientes foram digitalizados utilizando um *scanner* de superfície à *laser* (*Ortho Insight 3D™ Scanner, Motion View*, Chattanooga, TN, EUA), e posteriormente incorporados às

imagens da TCFC. Dessa forma obtêm-se um crânio virtual composto, eliminando a falta de qualidade e precisão dos dentes no exame tomográfico, em função dos artefatos gerados pela presença dos bráquetes.

Após a criação do crânio composto, as osteotomias foram planejadas e desenhadas. Em seguida, orientado pelos dados obtidos a partir da análise facial e cefalometria, o cirurgião pôde realizar a cirurgia virtual e reposicionar maxila, mandíbula e mento para local desejado (Figura 1). Durante a movimentação das estruturas, foi possível analisar a intercuspidação, antever possíveis interferências ósseas e visualizar as modificações em tempo real, tanto visualmente (para tecido ósseo e tecido mole), quanto quantitativamente, através de medidas que foram expostas na tela.

Depois da conclusão do planejamento, foram fabricados guias cirúrgicos interoclusais para que maxila e mandíbula pudessem assumir a posição planejada durante o ato cirúrgico. Os guias foram gerados pelo *software* e fabricados utilizando prototipagem rápida com tecnologia PolyJet (Objet Eden260VS; Stratasys, Eden Prairie, Minn).

As cirurgias foram realizadas por dois cirurgiões de forma conjunta utilizando o guia interoclusal intermediário para posicionar a mandíbula, que foi operada antes da maxila em todos os pacientes. Como os pacientes realizaram tratamento ortodôntico pré-cirúrgico com preparo convencional para a cirurgia, removendo compensações dentárias, o guia final pôde ser dispensado e a própria oclusão foi utilizada para determinar a posição sagital e transversal final da maxila. O controle do posicionamento vertical da maxila, foi realizado através de uma referência externa que consiste na introdução de um pino chamado de fio de *Kischner* no osso da região da glabella.

Para que a comparação entre a posição da maxila e da mandíbula nos tempos pré e pós cirúrgicos fosse realizada, foi necessário estabelecer a mesma orientação para o crânio nas imagens analisadas. A tomografia pré-cirúrgica foi orientada pelo cirurgião de acordo com a análise facial realizada pelo mesmo. Essa orientação estabeleceu a posição do crânio virtual composto utilizado no planejamento e, portanto, os planos de referência que determinaram os valores de

movimentação para cada ponto marcado sobre o modelo. Sendo assim, o exame pós-cirúrgico foi orientado da mesma forma para que pudesse haver a comparação dos três tempos.

Esta uniformização da orientação da imagem foi realizada utilizando a ferramenta de sobreposição do *software Dolphin 3D* (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, CA, USA), que é baseada na sobreposição automática por voxel de uma região selecionada, podendo ser refinada manualmente. A região escolhida para a sobreposição foi a base do crânio e calota craniana, dado que a cirurgia ortognática não interfere nessas estruturas (Figura 2).

Após aplicar o posicionamento à imagem tomográfica do período pós-cirúrgico, foram marcados pontos nas imagens dos tempos pré e pós-cirúrgicos. Partindo do princípio que três pontos não colineares formam um plano e, portanto, fornecem informações suficientes sobre o descolamento de um objeto nos três planos do espaço, os pontos escolhidos foram a borda incisal do incisivo central esquerdo e a ponta da cúspide mesiovestibular dos primeiros molares de ambas as arcadas. Os mesmos pontos foram remarcados na imagem do planejamento pelo mesmo operador.

A análise pôde ser realizada após reorientação das imagens e marcação dos pontos. Os eixos de orientação determinaram um sistema de coordenadas cartesiano, em que o ponto 0 foi definido na intersecção dos três eixos. Cada ponto tem valores em milímetros atribuídos ao mesmo nos eixos X (transversal), Y (anteroposterior) e Z (vertical), ilustrados na Figura 3. Estes valores foram transferidos para uma planilha e posteriormente analisados.

Os dados foram agrupados de acordo com o planejamento cirúrgico para a movimentação mandibular, medida através do planejamento para incisivos centrais inferiores, se avanço ou recuo, visto que as duas cirurgias são diferentes do ponto de vista de execução, podendo levar à resultados diferentes na avaliação pós-cirúrgica. O grupo de avanço (A) foi composto por 6 pacientes e o de recuo (R) por 8, porém foram excluídas as medições referentes à mandíbula de um paciente do grupo A porque a TCFC não foi realizada com o paciente em máxima intercuspidação. Sem os contatos oclusais a mandíbula assumiu um posicionamento que não é comparável ao planejado.

Toda a amostra foi analisada por um único operador. Para obtenção da confiabilidade das medidas e da calibração do examinador, 30% da amostra foi selecionada aleatoriamente e todos os procedimentos de orientação da imagem e marcação de pontos foram realizados e repetidos com no mínimo duas semanas de intervalo, sob condições similares. Os valores foram comparados por meio do Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) para verificação de erros sistemáticos e casuais. O cálculo foi realizado no programa BioEstat 5.3 (Instituto Mamirauá, Amazonas, Brasil).

Após coleta e tabulação dos dados foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov para avaliar a distribuição dos dados e estatísticas descritivas foram obtidas das variáveis estudadas. Testes T pareado ou Wilcoxon foram realizados, respeitando a distribuição dos dados, para analisar a diferença entre os valores das coordenadas nos três eixos do espaço dos dentes avaliados. Os grupos examinados foram os referentes aos dados pré-cirúrgicos (PréC), pós-cirúrgicos (PósC), da movimentação planejada (Plan) e da movimentação obtida. O nível de significância foi corrigido pelo método de Bonferroni para comparações múltiplas e estabelecido em 0.01. Também foi realizado o cálculo do desvio quadrático médio entre os dados do planejamento e os dados da movimentação real. As análises estatísticas foram realizadas com os programas *Statistical Package for the Social Science* (versão 23.0, SPSS, IBM, Chicago, Illinois, EUA) e *Microsoft Excel®* (Microsoft, Redmond, WA, USA).

RESULTADO

O cálculo do Coeficiente de Correlação Intra-classe (ICC) intra-examinador mostrou excelente reprodutibilidade do método proposto. O ICC variou entre 1 e 0.8546.

A análise estatística descritiva e inferencial dos dados está disposta nas Tabelas 1 à 6. Para dados com distribuição normal foram descritos média e desvio padrão e para os dados que não possuem distribuição normal foram descritos mediana, amplitude e também a média e desvio padrão afim de facilitar a comparação entre os dados ao observar a tabela.

Ao analisar os dados PréC e PósC, pode-se observar que ocorreram mudança estatisticamente significativas nas variáveis do eixo anteroposterior para os dentes superiores em ambos os grupos (Tabela 1 e Tabela 3).

Em relação aos dados dos movimentos planejados (Plan) e os da movimentação real (Real) após a cirurgia, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas (Tabela 2 e Tabela 4).

O desvio quadrático médio está descrito nas Tabelas 5 e 6 e foi acima de 2mm para os dentes 21 e 16 nos casos em que era planejado avanço mandibular.

DISCUSSÃO

A previsibilidade do tratamento ortodôntico-cirúrgico é um dos pontos mais importantes dessa abordagem terapêutica. Dessa forma, após um diagnóstico cuidadoso, o método escolhido para planejamento deve ser o mais completo possível para proporcionar resultados adequados para o paciente do ponto de vista oclusal, funcional e estético. A série de casos analisada demonstrou que a diferença entre o que foi planejado e o executado foi relativamente pequena, ficando dentro de limites que consideramos clinicamente adequados. Possivelmente esses bons resultados decorreram do fato de o planejamento cirúrgico virtual apresentar características vantajosas acerca da manipulação e simulação cirúrgica.

Inicialmente, foram avaliadas as diferenças entre os tempos PréC e PósC (Tabela 1 e Tabela 3). Os resultados estatisticamente significativos demonstram que a cirurgia promoveu alterações. No entanto, somente os dentes superiores de ambos os grupos apresentaram alterações significativas, e em relação ao eixo anteroposterior. Esses resultados refletem a realidade cirúrgica, onde o maior objetivo nos pacientes de classe II e Classe III é promover correções sagitais.

Apesar da estatística inferencial não ter apontado resultados estatisticamente significativos quando comparado o movimento real e o planejado (Tabela 2 e Tabela 4), também há valor na análise descritiva dos dados amostrais, posto que tendem a sinalizar a realidade clínica. Ao observar-se os valores de desvio quadrático médio (Tabela 5 e Tabela 6), pode-se avaliar a magnitude da diferença total entre os dados

do planejamento e os dados obtidos após a cirurgia na amostra analisada. Esse desvio foi maior para os dentes 21 e 16 no eixo anteroposterior, nos casos de avanço mandibular, sendo de 2.15mm e 2.42mm, respectivamente (Tabela 5). Para os casos de recuo mandibular (Tabela 6), não houveram desvios do planejado acima de 2mm, semelhantemente ao relatado por Hsu et al. (2012), que descreveu o desvio de 1.1mm para o eixo anteroposterior da mandíbula e 1.0mm para maxila, também em casos de recuo mandibular.

De qualquer forma, há um aparente consenso na literatura que desvios de até 2mm do planejado não trazem prejuízo ao resultado clínico, enquanto desvios maiores que 2mm devem ser evitados. Há relato de que esse parâmetro foi estabelecido em estudos com radiografias cefalométricas e mantido desde então na literatura como valor que determina o sucesso cirúrgico^{8,11,15}, porém não foi possível encontrar a origem desse dado. Tal magnitude de desvio parece refletir o bom senso da maior parte dos clínicos, contudo talvez mereça ser revisto, uma vez que vários fatores em conjunto determinam o sucesso clínico e minimizar esse sucesso à um parâmetro numérico tão específico não parece condizer com a realidade.

Do ponto de vista oclusal, mesmo que haja pequenos desvios do movimento cirúrgico planejado, o sucesso do tratamento ortodôntico-cirúrgico pode ser alcançado ao fim do mesmo, visto que durante o tempo de tratamento ortodôntico pós-cirúrgico pequenos desvios podem ser compensados. Com o avanço da técnica ortodôntica e a utilização de novos recursos de ancoragem, esse limite de compensação foi ampliado.

Na maior parte dos casos da amostra em que houve desvio do planejado, a relação maxilomandibular obtida foi correta, acarretando em resultado satisfatório em relação à oclusão. Em casos como esse, o sucesso do tratamento poderá ser ditado pela satisfação em relação à harmonia e estética facial, uma vez que, apesar de maxila e mandíbula estarem corretamente relacionadas entre si, podem, como um bloco único, estar em uma posição alterada em relação ao planejamento. Ainda que esse tipo de desvio em relação ao que foi executado e planejado aconteça, pequenas variações possivelmente não têm significado clínico por não serem detectados durante a interação social.

Silva et al. (2011) conduziram um estudo sobre assimetrias mandibulares em que ortodontistas e leigos foram capazes de perceber desvios a partir de 4mm. Enquanto ortodontistas consideraram os desvios de 4mm como inaceitáveis, os leigos somente classificaram como inaceitáveis as assimetrias de 6mm. McAvinchey et al.(2014) realizaram manipulações de imagem para assimetria mandibular e o limite superior do que foi considerado normal por indivíduos leigos foi 5.6 ± 2.7 mm de desvio, enquanto que para os ortodontistas foi de 3.9 ± 1.5 mm. Diante desses dados, pode-se observar que o sucesso clínico parece ter maior flexibilidade quando considera-se a opinião do paciente como fator importante para o sucesso. Além disso, sabe-se que a resposta de tecidos moles é muito variada diante de uma mesma taxa de movimentação óssea, o que deixa ainda menos restrito o que seriam valores ideais.

Uma possível explicação para casos em que houve desvio do planejado é a dificuldade existente em se garantir uma correta e estável posição dos côndilos. Sabe-se que a correta posição condilar é um elemento determinante para a estabilidade dos resultados e pode ser afetada por vários fatores como o método de fixação, o equilíbrio de forças musculares e edema intra-articular.¹⁸ É frequente a modificação da posição condilar imediatamente após a cirurgia, mas não há consenso na literatura sobre qual seria essa posição.¹⁸⁻²¹

Este fenômeno de mudança da posição condilar em relação à fossa mandibular após a fixação dos fragmentos é chamado de deslize condilar ou *condylar sag*²² e pode ocorrer de forma imediata ou tardia.²³ Ocorrendo de forma imediata, no transoperatório, pode levar à posição alterada não só da mandíbula, mas também da maxila, posto que a cirurgia foi iniciada pelo reposicionamento mandibular. Durante a realização das cirurgias, o guia foi removido após a fixação dos segmentos mandibulares e a oclusão resultante foi comparada visualmente com a oclusão prevista no software. Essa observação cuidadosa no transoperatório é muito importante, pois a sequência da cirurgia, passando para a osteotomia maxilar, fica condicionada à correta posição da mandíbula. Dessa forma os riscos de transferência dos erros para a cirurgia maxilar são diminuídos.

Além do deslize dos côndilos no plano sagital, também pode haver alteração do posicionamento condilar no plano coronal durante a cirurgia. Quando há um *gap* entre os segmentos distal e proximal da mandíbula, pode haver flexão do segmento

condilar durante o procedimento de fixação rígida. Essa flexão pode causar deslocamento medial do côndilo na fossa mandibular e, após a cirurgia, há a liberação dessa tensão e o côndilo desliza inferiormente na parede medial da fossa mandibular (Figura 4). Essa alteração de posicionamento, quando unilateral, leva a um quadro de mordida aberta posterior unilateral, desvio da linha média inferior, tendência à mordida cruzada anterior e mordida cruzada posterior do lado contrário ao que houve alteração condilar.²⁴ Apesar desse tipo de deslocamento ser mais comum nos casos de fixação com parafusos bicorticais, que não foram utilizados nos pacientes da amostra, esse cenário condiz com o quadro clínico de um dos pacientes que teve desvios >3mm na mandíbula no sentido transversal (Figura 5). Um quadro clínico semelhante também pode ocorrer caso haja edema intra-articular que cause o deslocamento inferior de um dos côndilos.

Apesar da alteração da oclusão criada no pós-operatório em casos como esse, estudos sugerem que há uma adaptação condilar em alguns meses após a cirurgia. Esse tempo variou entre 3 e 9 meses em diferentes estudos realizados.^{18,19} Com a adaptação, o côndilo tem uma tendência de retornar à posição concêntrica e há melhora no quadro clínico. Uma possível explicação para essa plasticidade seria a remodelação óssea que pode ocorrer se houver superfície de contato entre o côndilo e as paredes da fossa mandibular¹⁸ ou ser resultado do estiramento muscular e resolução do edema.¹⁹

Hsu et al. (2012) também encontraram alterações do resultado cirúrgico em relação ao planejado maiores do que o desejado (>4mm) em três pacientes e relacionaram esse achado à posição condilar. Nesse estudo os pacientes em questão realizaram cirurgia de recuo mandibular e foi observado uma posição condilar avançada na imagem tomográfica utilizada para o planejamento. Houve comprometimento do resultado porque a mandíbula estava em uma posição mais posterior durante a cirurgia e foi utilizada como referência para o posicionamento da maxila, operada inicialmente. No presente estudo, problemas em relação à posição mandibular na TCFC pré-cirúrgica não foram relevantes, visto que a mandíbula foi operada antes da maxila.

Schouman et al. (2015) também sugerem que talvez a maior dificuldade deste tipo de planejamento seja em relação à previsão da rotação dos côndilos na cavidade glenóide e à diferença de posição condilar nos tempos pré e pós-

cirúrgicos. Os autores encontraram resultados semelhantes ao presente estudo, relatando uma grande variabilidade de dados.

Apesar de haver tal dificuldade, a relação condilar é melhor representada no planejamento virtual do que na abordagem convencional com o uso de arco facial. Ao se realizar a montagem dos modelos em articulador e simular o posicionamento do côndilo na ATM, há possibilidade elevada de erros, que são incorporados ao guia confeccionado e à etapa cirúrgica.¹¹ Há, portanto, aparente vantagem para o planejamento virtual quando comparado ao método cefalométrico tradicional de planejamento.

Várias propostas já foram feitas de estruturas intra ou extraorais associadas ao guia que possam garantir o controle do posicionamento condilar no transoperatório. Porém, devido às dificuldades seja no design, confecção, ou uso desses dispositivos, essas técnicas não se popularizaram.^{9,25,26}

A principal limitação do estudo se deve ao tamanho da amostra. A amostra pequena apresenta grande variabilidade e diminui o poder do teste, ou seja, o poder de se detectar as reais diferenças entre os dados. Esta é uma limitação comum à maioria dos estudos dedicados à avaliação do planejamento virtual. Stokbro et al., (2014), em revisão sistemática, chamam atenção para este fato e relatam serem necessários mais estudos utilizando pontos de referência para realizar a medição entre o planejado e o real, de forma que uma metanálise possa ser efetuada e que resultados mais completos possam ser obtidos.

Este estudo também apresentou como limitação o fato de não haver grupo controle, algo comum aos estudos anteriormente realizados dentro deste tópico. Apenas observou-se que, quando utilizado o protocolo de planejamento cirúrgico segundo o trabalho realizado, não houve diferença estatisticamente significativa entre o que foi planejado e a movimentação real resultante da cirurgia ortognática. Infelizmente, no tópico da cirurgia ortognática, assim como outros campos clínicos da odontologia, há uma limitação em relação ao nível de evidência científica disponível.

Para novos estudos realizados dentro do tópico abordado, sugere-se que seja feita a avaliação da satisfação do paciente quanto ao resultado do tratamento e sua associação com parâmetros do sucesso clínico da cirurgia relacionado aos dados

quantitativos de avaliação da diferença entre o que foi planejado e o obtido no pós-cirúrgico. Dessa forma talvez um paradigma poderá ser quebrado sobre uma questão importante: pequenas variações no resultado na cirurgia são relevantes para o paciente?

CONCLUSÃO

Os resultados do estudo demonstraram que há boa previsibilidade da cirurgia ortognática realizada com o planejamento virtual, trazendo resultados dentro do limite do que consideramos clinicamente adequado.

Tabela 1 – Estatística descritiva e inferencial dos dados pré e pós-cirúrgicos para os casos em que foi planejado avanço mandibular.

Dente	Eixo	PréC					PósC					<i>p</i>
		Mediana (mm)	Amplitude (mm)	Média (mm)	DP (mm)	Erro Padrão	Mediana (mm)	Amplitude (mm)	Média (mm)	DP (mm)	Erro Padrão	
16	Transversal	---	---	-25.68	1.70	0.69	---	---	-25.88	1.74	0.71	0.62
	Anteroposterior	---	---	35.45	19.35	7.90	---	---	39.13	18.07	7.38	0.01*
	Vertical	---	---	55.82	5.63	2.30	---	---	53.73	7.12	2.91	0.04
26	Transversal	---	---	23.47	2.79	1.14	---	---	22.87	2.97	1.21	0.13
	Anteroposterior	---	---	35.47	18.59	7.59	---	---	40.12	18.28	7.46	0.00*
	Vertical	---	---	54.38	6.31	2.58	---	---	53.28	6.55	2.67	0.06
21	Transversal	---	---	3.43	2.75	1.12	3.25	-1.60; 4.40	2.70	2.23	0.91	0.35
	Anteroposterior	---	---	60.67	17.88	7.30	---	---	65.06	17.24	7.04	0.00*
	Vertical	56.15	54.30 ; 67.70	57.85	4.98	2.03	---	---	56.22	7.29	2.98	0.12
31	Transversal	---	---	1.93	1.71	0.70	---	---	1.87	2.93	1.20	0.93
	Anteroposterior	---	---	58.73	19.37	7.91	---	---	62.28	16.80	6.86	0.05
	Vertical	---	---	57.57	5.17	2.11	---	---	55.50	8.02	3.27	0.18
36	Transversal	---	---	21.22	3.00	1.23	---	---	21.15	3.43	1.40	0.94
	Anteroposterior	---	---	37.73	20.96	8.56	---	---	41.18	18.05	7.37	0.05
	Vertical	---	---	55.08	5.61	2.29	---	---	54.45	7.45	3.04	0.47
46	Transversal	---	---	-22.80	2.13	0.87	---	---	-22.95	3.59	1.47	0.84
	Anteroposterior	---	---	35.32	21.63	8.83	---	---	38.94	18.76	7.66	0.06
	Vertical	---	---	56.53	5.61	2.29	---	---	54.73	7.44	3.04	0.11

DP- Desvio padrão; * diferença estatisticamente significativa.

Teste t foi realizado para comparação das médias nos casos de dados de distribuição normal e teste de Wilcoxon para os que não possuem distribuição normal. Média e desvio padrão foram descritos para todos os dados. Mediana e amplitude foram descritas para os dados que não possuem distribuição normal. O nível de significância foi corrigido pelo método de Bonferroni e estabelecido em 0.01.

Tabela 2 – Estatística descritiva e inferencial dos dados planejados e o que foi obtido para os casos em que foi planejado avanço mandibular.

Dente	Eixo	Planejado					Real			<i>p</i>
		Mediana (mm)	Amplitude (mm)	Média (mm)	DP (mm)	Erro Padrão	Média (mm)	DP (mm)	Erro Padrão	
16	Transversal	---	---	0.03	1.00	0.41	-0.20	0.93	0.38	0.36
	Anteroposterior	5.97	-2.59 ; 7.05	4.57	3.63	1.48	3.67	2.32	0.95	0.22
	Vertical	---	---	-1.96	2.60	1.06	-2.08	1.90	0.77	0.84
26	Transversal	---	---	0.00	0.95	0.39	-0.60	0.81	0.33	0.19
	Anteroposterior	---	---	4.89	1.78	0.72	4.38	1.74	0.71	0.34
	Vertical	---	---	-0.14	1.56	0.64	-1.10	1.10	0.45	0.22
21	Transversal	---	---	-0.23	1.67	0.68	-0.73	1.56	0.64	0.20
	Anteroposterior	5.61	0.21 ; 6.92	4.92	2.42	0.99	4.12	2.18	0.89	0.32
	Vertical	---	---	-1.63	3.22	1.32	-1.63	2.74	1.12	0.98
31	Transversal	---	---	-0.18	1.14	0.47	-0.07	1.86	0.76	0.88
	Anteroposterior	---	---	4.63	3.37	1.37	3.52	3.27	1.33	0.08
	Vertical	---	---	-1.89	2.59	1.06	-2.07	3.23	1.32	0.75
36	Transversal	---	---	-0.04	1.48	0.61	-0.07	1.94	0.79	0.97
	Anteroposterior	---	---	4.66	3.26	1.33	3.23	3.31	1.35	0.05
	Vertical	---	---	-0.75	2.29	0.94	-0.63	2.00	0.82	0.88
46	Transversal	---	---	0.02	1.61	0.66	-0.15	1.75	0.71	0.84
	Anteroposterior	---	---	4.49	3.74	1.53	3.62	3.58	1.46	0.03
	Vertical	---	---	-1.72	2.11	0.86	-1.80	2.26	0.92	0.87

DP- Desvio padrão.

Teste t foi realizado para comparação das médias nos casos de dados de distribuição normal e teste de Wilcoxon para os que não possuem distribuição normal. Média e desvio padrão foram descritos para todos os dados. Mediana e amplitude foram descritas para os dados que não possuem distribuição normal. O nível de significância foi corrigido pelo método de Bonferroni e estabelecido em 0.01.

Tabela 3 – Estatística descritiva e inferencial dos dados pré e pós-cirúrgicos para os casos em que foi planejado recuo mandibular.

Dente	Eixo	PréC			PósC			<i>p</i>
		Média (mm)	DP (mm)	Erro Padrão	Média (mm)	DP (mm)	Erro Padrão	
16	Transversal	-26.60	3.60	1.27	-25.96	3.60	1.27	0.09
	Anteroposterior	18.03	10.52	3.72	22.79	10.14	3.59	0.00*
	Vertical	52.38	8.75	3.09	52.71	8.93	3.16	0.66
26	Transversal	24.49	3.53	1.25	24.56	3.46	1.22	0.84
	Anteroposterior	17.84	9.82	3.47	21.63	9.08	3.21	0.00*
	Vertical	52.18	8.52	3.01	52.18	8.33	2.94	1.00
21	Transversal	2.59	3.76	1.33	3.31	3.56	1.26	0.27
	Anteroposterior	44.60	7.92	2.80	48.59	7.45	2.63	0.00*
	Vertical	55.80	9.12	3.22	55.45	9.69	3.43	0.71
31	Transversal	3.26	2.37	0.90	2.49	2.76	1.04	0.52
	Anteroposterior	47.57	7.24	2.74	45.13	6.77	2.56	0.01
	Vertical	54.53	9.76	3.69	53.86	9.96	3.77	0.55
36	Transversal	22.43	2.69	1.02	21.81	3.01	1.14	0.36
	Anteroposterior	23.04	7.73	2.92	20.87	8.27	3.13	0.03
	Vertical	52.56	9.03	3.41	52.56	9.03	3.41	0.53
46	Transversal	-21.80	3.56	1.34	-22.67	4.16	1.57	0.31
	Anteroposterior	24.54	7.38	2.79	22.11	7.48	2.83	0.02
	Vertical	52.84	9.39	3.55	52.96	9.46	3.58	0.88

DP- Desvio padrão; * diferença estatisticamente significativa.

Teste t foi realizado para comparação das médias. Média e desvio padrão foram descritos para todos os dados. O nível de significância foi corrigido pelo método de Bonferroni e estabelecido em 0.01.

Tabela 4 – Estatística descritiva e inferencial dos dados planejados e o que foi obtido para os casos em que foi planejado recuo mandibular.

Dente	Eixo	Plan					Real			<i>p</i>
		Mediana (mm)	Amplitude (mm)	Média (mm)	DP (mm)	Erro Padrão	Média (mm)	DP (mm)	Erro Padrão	
16	Transversal	---	---	-0.03	1.03	0.36	0.64	0.91	0.32	0.25
	Anteroposterior	---	---	4.55	1.15	0.41	4.76	0.83	0.29	0.67
	Vertical	---	---	0.27	2.54	0.90	0.34	2.07	0.73	0.89
26	Transversal	---	---	-0.03	1.04	0.37	0.08	1.00	0.35	0.86
	Anteroposterior	---	---	3.65	1.31	0.46	3.79	1.66	0.59	0.77
	Vertical	0.04	- 2.00 ; 5.80	0.78	2.40	0.85	0.00	1.95	0.69	0.04
21	Transversal	---	---	0.46	1.01	0.36	0.73	1.69	0.60	0.70
	Anteroposterior	---	---	4.15	1.04	0.37	3.99	1.26	0.45	0.76
	Vertical	---	---	-0.22	2.08	0.74	-0.35	2.58	0.91	0.61
31	Transversal	---	---	-1.16	3.20	1.21	-0.77	2.96	1.12	0.53
	Anteroposterior	---	---	-2.25	1.11	0.42	-2.44	1.82	0.69	0.68
	Vertical	---	---	-0.76	2.34	0.88	-0.67	2.80	1.06	0.82
36	Transversal	0.07	- 2.40; 1.49	-0.31	1.58	0.60	-0.61	1.65	0.63	0.61
	Anteroposterior	---	---	-1.67	2.30	0.87	-2.17	2.05	0.78	0.34
	Vertical	---	---	1.11	1.40	0.53	0.37	1.48	0.56	0.06
46	Transversal	---	---	-0.41	1.65	0.62	-0.87	2.06	0.78	0.50
	Anteroposterior	---	---	-3.21	1.52	0.58	-2.43	2.03	0.77	0.21
	Vertical	---	---	0.15	1.74	0.66	0.11	1.95	0.74	0.91

DP- Desvio padrão;

Teste t foi realizado para comparação das médias nos casos de dados de distribuição normal e teste de Wilcoxon para os que não possuem distribuição normal. Média e desvio padrão foram descritos para todos os dados. Mediana e amplitude foram descritas para os dados que não possuem distribuição normal. O nível de significância foi corrigido pelo método de Bonferroni e estabelecido em 0.01.

Tabela 5 – Diferença em milímetros entre os dados do planejamento e os dados obtidos após a cirurgia ortognática para os casos de avanço mandibular demonstrada através do desvio quadrático médio.

Dente	Eixo		
	Transversal	Anteroposterior	Vertical
16	0.58	2.42	1.03
21	1.37	2.15	1.20
26	1.07	1.19	1.80
36	1.55	1.63	1.51
31	1.32	1.28	1.05
46	1.47	0.95	0.94

Tabela 6 – Diferença em milímetros entre os dados do planejamento e os dados obtidos após a cirurgia ortognática para os casos de recuo mandibular demonstrado através do desvio quadrático médio.

Dente	Eixo		
	Transversal	Anteroposterior	Vertical
16	1.55	1.29	1.16
21	1.74	1.34	0.67
26	1.49	1.24	1.09
36	1.25	1.19	1.02
31	1.37	1.03	0.87
46	1.53	1.46	0.75

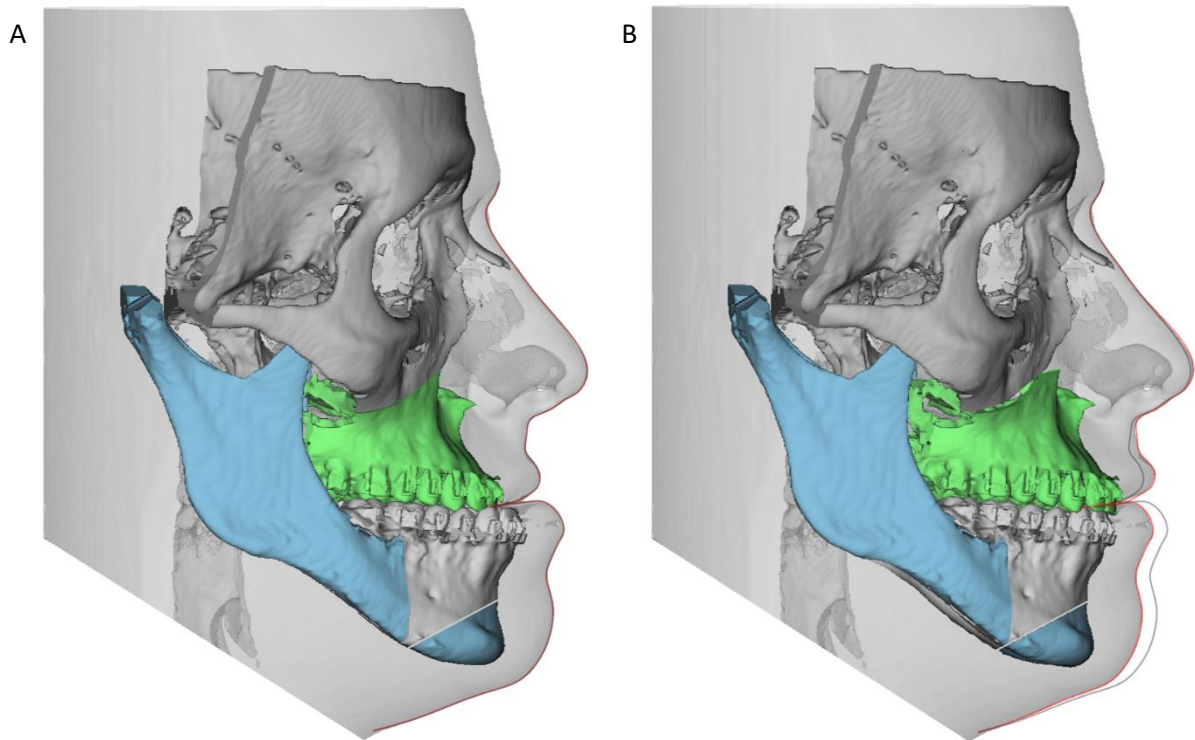


Figura 1. Imagem digital da simulação cirúrgica com o reposicionamento da maxila e mandíbula. Em A observa-se o modelo de superfície obtido à partir das imagens tomográficas pré-cirúrgicas, com a simulação das osteotomias necessárias para a cirurgia. Em B observa-se o reposicionamento da maxila e da mandíbula após a cirurgia virtual.



Figura 2. Imagem digital da delimitação da região de interesse para que seja realizada a sobreposição das imagens baseado por voxel. A- corte axial; B- corte coronal; C- corte sagital.

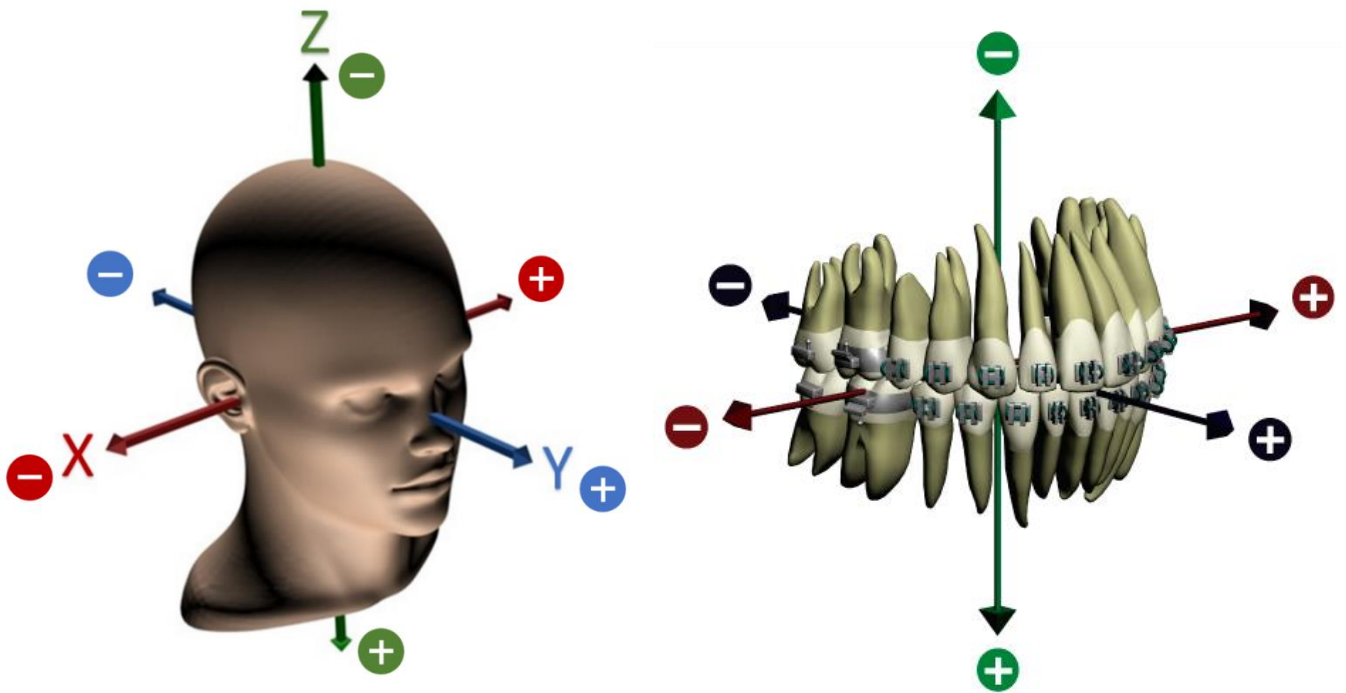


Figura 3. Ilustração demonstrando a definição dos eixos X- transversal, Y- anteroposterior e Z- vertical. O encontro dos eixos determina o ponto 0 e valores diferentes são associados aos pontos demarcados nos três eixos, obedecendo o sistema de coordenadas cartesianas. Valores positivos e negativos foram determinados de acordo com a imagem.

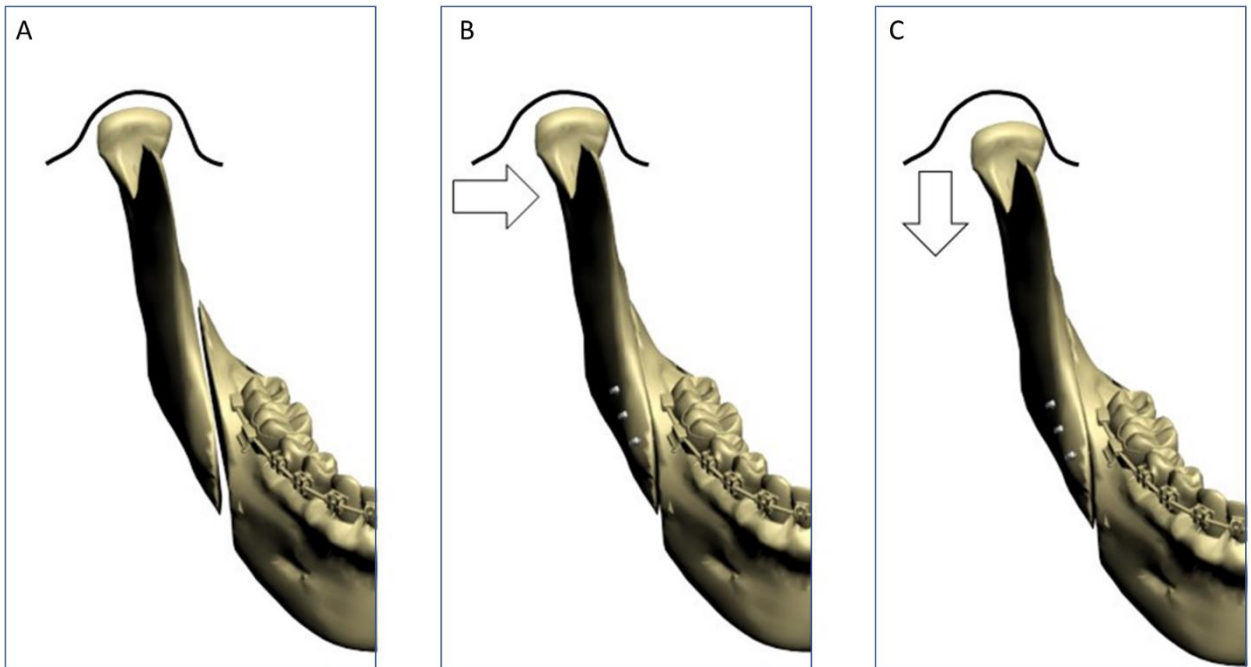


Figura 4. Ilustração da sequência de mudança de posição condilar caracterizada como deslize condilar medial. Quando há um espaço entre o segmento proximal e distal da mandíbula (A), pode haver flexão do segmento condilar causando deslocamento medial do côndilo na fossa articular (B). Após a cirurgia há liberação dessa tensão e o deslocamento inferior do côndilo na parede medial da fossa articular (C). Adaptado de Reyneke, J. P., & Ferretti, C. (2002). Intraoperative diagnosis of condylar sag after bilateral sagittal split ramus osteotomy. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 40(4), 285–292.



Figura 5. Imagem digital da reconstrução 3D da tomografia pós-cirúrgica demonstrando quadro clínico após deslize condilar unilateral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Eckhardt CE, Cunningham SJ. How predictable is orthognathic surgery ? *Eur J Orthod.* 2004;26(3):303-309.
2. Resnick CM, Inverso G, Wrzosek M, Padwa BL, Kaban LB, Peacock ZS. Is There a Difference in Cost Between Standard and Virtual Surgical Planning for Orthognathic Surgery? *J Oral Maxillofac Surg.* 2016;74(9):1827-1833. doi:10.1016/j.joms.2016.03.035.
3. Steinhuber T, Brunold Si, Gärtner C, Offermanns V, Ulmer H, Ploder O. Is Virtual Surgical Planning in Orthognathic Surgery Faster Than Conventional Planning? A Time and Workflow Analysis of an Office-Based Workflow for Single- and Double-Jaw Surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2017. doi:10.1016/J.JOMS.2017.07.162.
4. Tucker S, Cevidanes LHS, Styner M, et al. Comparison of actual surgical outcomes and 3-dimensional surgical simulations. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(10):2412-2421. doi:10.1016/j.joms.2009.09.058.
5. Swennen GRJ. Timing of three-dimensional virtual treatment planning of orthognathic surgery: A prospective single-surgeon evaluation on 350 consecutive cases. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2014;26(4):475-485. doi:10.1016/j.coms.2014.08.001.
6. Aboul-Hosn Centenero S, Hernández-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 Cranio-Maxillofacial Surg.* 2012;40(2):162-168. doi:10.1016/j.jcms.2011.03.014.
7. Xia JJ, Shevchenko L, Gateno J, et al. Outcome study of computer-aided surgical simulation in the treatment of patients with craniomaxillofacial deformities. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69(7):2014-2024. doi:10.1016/j.joms.2011.02.018.
8. Gateno J, Xia JJ, Teichgraeber JF, et al. Clinical Feasibility of Computer-Aided Surgical Simulation (CASS) in the Treatment of Complex Cranio-Maxillofacial Deformities. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(4):728-734.

- doi:10.1016/j.joms.2006.04.001.
9. Zinser MJ, Sailer HF, Ritter L, Braumann B, Maegele M, Zöller JE. A paradigm shift in orthognathic surgery? A comparison of navigation, computer-aided designed/computer-aided manufactured splints, and “classic” intermaxillary splints to surgical transfer of virtual orthognathic planning. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71(12):1-21. doi:10.1016/j.joms.2013.07.007.
 10. Bell RB. Computer Planning and Intraoperative Navigation in Cranio-Maxillofacial Surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin NA.* 2010;22(1):135-156. doi:10.1016/j.coms.2009.10.010.
 11. Stokbro K, Aagaard E, Torkov P, Bell RB, Thygesen T. Virtual planning in orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014;43(8):957-965. doi:10.1016/j.ijom.2014.03.011.
 12. Sun Y, Luebbers HT, Agbaje JO, et al. Accuracy of upper jaw positioning with intermediate splint fabrication after virtual planning in bimaxillary orthognathic surgery. *J Craniofac Surg.* 2013;24(6):1871-1876. doi:10.1097/SCS.0b013e31829a80d9.
 13. Gaber RM, Shaheen E, Falter B, et al. A Systematic Review to Uncover a Universal Protocol for Accuracy Assessment of 3-Dimensional Virtually Planned Orthognathic Surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2017. doi:10.1016/j.joms.2017.05.025.
 14. Hsu SS-P, Gateno J, Bell RB, et al. Accuracy of a Computer-Aided Surgical Simulation Protocol for Orthognathic Surgery: A Prospective Multicenter Study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012;71(1):128-142. doi:10.1016/j.joms.2012.03.027.
 15. Schouman T, Rouch P, Imholz B, Fasel J, Courvoisier D, Scolozzi P. Accuracy evaluation of CAD/CAM generated splints in orthognathic surgery: a cadaveric study. *Head Face Med.* 2015;11(1):24. doi:10.1186/s13005-015-0082-9.
 16. Silva NCF Da, Aquino ÉRB De, Mello KCFR, Mattos JNR, Normando D. Habilidade de ortodontistas e leigos na percepção de assimetrias da mandíbula. *Dental Press J Orthod.* 2011;16(4):38.e1-38.e8. doi:10.1590/S2176-94512011000400007.

17. Mcavinchey G, Maximb F, Nixc B, Djordjevicd J, Linklater R, Landinif G. The perception of facial asymmetry using 3-dimensional simulated images. 2014;84(6). doi:10.2319/120213-888.1.
18. Tabrizi R, Shahidi S, Bahramnejad E, Arabion H. Evaluation of Condylar Position after Orthognathic Surgery for Treatment of Class II Vertical Maxillary Excess and Mandibular Deficiency by Using Cone- Beam Computed Tomography. *J Dent Shiraz Univ Med Sci.* 2016;17(4):318-325.
19. Chen S, Lei J, Wang X, Fu KY, Farzad P, Yi B. Short- and long-term changes of condylar position after bilateral sagittal split ramus osteotomy for mandibular advancement in combination with le fort i osteotomy evaluated by cone-beam computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71(11):1956-1966. doi:10.1016/j.joms.2013.06.213.
20. Zafar H, Choi D-S, Jang I, Cha B-K, Park Y-W, Zafar, Husanov , Choi Dong-Soon, Jang Insan, Cha Bon-Kuen PY-W. Positional change of the condyle after orthodontic-orthognathic surgical treatment: is there a relationship to skeletal relapse? *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2014;40(4):160-168. doi:10.5125/jkaoms.2014.40.4.160.
21. Ueki K, Moroi A, Sotobori M, et al. A hypothesis on the desired postoperative position of the condyle in orthognathic surgery: A review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012;114(5):567-576. doi:10.1016/j.oooo.2011.12.026.
22. Arnett GW. A redefinition of bilateral sagittal osteotomy (BSO) advancement relapse. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1993;104(5):506-515. doi:10.1016/0889-5406(93)70076-Z.
23. Politi M, Toro C, Costa F, Polini F, Robiony M. Intraoperative Awakening of the Patient During Orthognathic Surgery: A Method to Prevent the Condylar Sag. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(1):109-114. doi:10.1016/j.joms.2005.10.064.
24. Reyneke JP, Ferretti C. Intraoperative diagnosis of condylar sag after bilateral sagittal split ramus osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2002;40(4):285-292. doi:10.1016/S0266-4356(02)00147-X.

25. Polley JW, Figueroa AA. Orthognathic positioning system: Intraoperative system to transfer virtual surgical plan to operating field during orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71(5):911-920.
doi:10.1016/j.joms.2012.11.004.
26. Lee Y, Sohn H, Kim S, Bae O, Lee J. A novel method for the management of proximal segment using computer assisted simulation surgery: correct condyle head positioning and better proximal segment placement. *Maxillofac Plast Reconstr Surg.* 2015. doi:10.1186/s40902-015-0023-3.

5 CONCLUSÃO

Diante da avaliação dos dados respectivos ao posicionamento de pontos de referência demarcados nas imagens das TCFCs dos tempos pré e pós-cirúrgicos e no modelo tridimensional do planejamento, não foi possível observar diferenças estatisticamente significativas entre os valores dos movimentos planejados e os da movimentação real, o que evidencia que há boa previsibilidade da cirurgia ortognática realizada com o planejamento virtual tridimensional.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOUL-HOSN CENTENERO, S.; HERNÁNDEZ-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. **Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery**, v. 40, n. 2, p. 162–168, 2012. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcms.2011.03.014>>. .

ALMUKHTAR, A.; JU, X.; KHAMBAY, B.; MCDONALD, J.; AYOUB, A. Comparison of the accuracy of voxel based registration and surface based registration for 3D assessment of surgical change following orthognathic surgery. **PLoS ONE**, v. 9, n. 4, p. 1–7, 2014.

BAKER, S. B.; GOLDSTEIN, J. A.; SERUYA, M. Outcomes in Computer-Assisted Surgical Simulation for Orthognathic Surgery. **Journal of Craniofacial Surgery**, v. 23, n. 2, p. 509–513, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22421859>%5Cn<http://dx.doi.org/10.1097/SCS.0b013e31824cd46b>>. .

BELL, R. B. Computer Planning and Intraoperative Navigation in Cranio-Maxillofacial Surgery. **Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of NA**, v. 22, n. 1, p. 135–156, 2010. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.coms.2009.10.010>>. .

ECKHARDT, C. E.; CUNNINGHAM, S. J. How predictable is orthognathic surgery? **European Journal of Orthodontics**, v. 26, n. 3, p. 303–309, 2004.

ELLIS, E. Bimaxillary surgery using an intermediate splint to position the maxilla. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 57, n. 1, p. 53–56, 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S027823919990633X>>. .

ELLIS III, E. Accuracy of Model Surgery : **J Oral Maxillofac Surg**, , n. 48, p. 1161–1167, 1990.

GABER, R. M.; SHAHEEN, E.; FALTER, B.; et al. A Systematic Review to Uncover a Universal Protocol for Accuracy Assessment of 3-Dimensional Virtually Planned Orthognathic Surgery. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, 2017. Elsevier Inc. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2017.05.025>>. .

GATENO, J.; XIA, J. J.; TEICHGRAEBER, J. F.; et al. Clinical Feasibility of Computer-Aided Surgical Simulation (CASS) in the Treatment of Complex Cranio-Maxillofacial Deformities. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 65, n. 4, p. 728–734, 2007.

LIN, H. H.; LO, L. J. Three-dimensional computer-assisted surgical simulation and intraoperative navigation in orthognathic surgery: A literature review. **Journal of the Formosan Medical Association**, v. 114, n. 4, p. 300–307, 2015. Elsevier Taiwan LLC. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfma.2015.01.017>>. .

MARCHETTI, C.; BIANCHI, A.; BASSI, M.; et al. Mathematical modeling and numerical simulation in maxillofacial virtual surgery. **The Journal of craniofacial surgery**, v. 18, n. 4, p. 826–832, 2007.

NADA, R. M.; MAAL, T. J. J.; BREUNING, K. H.; et al. Accuracy and reproducibility of Voxel based superimposition of Cone Beam Computed Tomography Models on the anterior cranial base and the zygomatic arches. **PLoS ONE**, v. 6, n. 2, 2011.

RESNICK, C. M.; INVERSO, G.; WRZOSEK, M.; et al. Is There a Difference in Cost Between Standard and Virtual Surgical Planning for Orthognathic Surgery? **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 74, n. 9, p. 1827–1833, 2016. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2016.03.035>>. .

RESNICK, C. M.; INVERSO, G.; WRZOSEK, M.; et al. Is There a Difference in Cost Between Standard and Virtual Surgical Planning for Orthognathic Surgery? **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 74, n. 9, p. 1827–1833, 2017. Elsevier. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2016.03.035>>. .

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 Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, v. 107, n. 1, p. 13–21, 2009. Mosby, Inc. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tripleo.2008.06.002>>. .

STEINHUBER, T.; BRUNOLD, SI.; GÄRTNER, C.; et al. Is Virtual Surgical Planning in Orthognathic Surgery Faster Than Conventional Planning? A Time and Workflow Analysis of an Office-Based Workflow for Single- and Double-Jaw Surgery. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, 2017. The American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278239117310042>>. .

STOKBRO, K.; AAGAARD, E.; TORKOV, P.; BELL, R. B.; THYGESEN, T. Virtual planning in orthognathic surgery. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 43, n. 8, p. 957–965, 2014. International Association of Oral and Maxillofacial Surgery. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijom.2014.03.011>>. .

SUN, Y.; LUEBBERS, H. T.; AGBAJE, J. O.; et al. Accuracy of upper jaw positioning with intermediate splint fabrication after virtual planning in bimaxillary orthognathic surgery. **J Craniofac Surg**, v. 24, n. 6, p. 1871–1876, 2013.

SWENNEN, G. R. J. Timing of three-dimensional virtual treatment planning of orthognathic surgery: A prospective single-surgeon evaluation on 350 consecutive cases. **Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America**, v. 26, n. 4, p. 475–485, 2014. Elsevier Inc. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.coms.2014.08.001>>. .

TUCKER, S.; CEVIDANES, L. H. S.; STYNER, M.; et al. Comparison of actual surgical outcomes and 3-dimensional surgical simulations. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 68, n. 10, p. 2412–2421, 2010. Elsevier Inc. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2009.09.058>>. .

XIA, J. J.; SHEVCHENKO, L.; GATENO, J.; et al. Outcome study of computer-aided surgical simulation in the treatment of patients with craniomaxillofacial deformities.

Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, v. 69, n. 7, p. 2014–2024, 2011.

Elsevier Inc. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2011.02.018>>. .

ZINSER, M. J.; SAILER, H. F.; RITTER, L.; et al. A paradigm shift in orthognathic surgery? A comparison of navigation, computer-aided designed/computer-aided manufactured splints, and “classic” intermaxillary splints to surgical transfer of virtual orthognathic planning.

Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, v. 71, n. 12, p. 1–21, 2013.

7. ANEXOS

7.1 TABELAS ICC

Tabela 7 – ICC dente 46

Tempo da TCFC	Eixo	ICC	Intervalo de Confiança 95%		Significância
			Limite Inferior	Limite Superior	
Pré	x	0.994	0.902	1.000	p = 0.0001
	y	0.999	0.977	1.000	p < 0.0001
	z	1.000	0.998	1.000	p < 0.0001
Pós	x	0.965	0.559	0.998	p = 0.0008
	y	0.996	0.943	1.000	p = 0.0001
	z	0.999	0.989	1.000	p < 0.0001

Tabela 8 – ICC dente 36

Tempo da TCFC	Eixo	ICC	Intervalo de Confiança 95%		Significância
			Limite Inferior	Limite Superior	
Pré	x	0.953	0.442	0.997	p = 0.0013
	y	1.000	0.992	1.000	p < 0.0001
	z	1.000	0.999	1.000	p < 0.0001
Pós	x	0.992	0.885	1.000	p = 0.0002
	y	1.000	0.993	1.000	p < 0.0001
	z	0.998	0.969	1.000	p < 0.0001

Tabela 9 – ICC dente 31

Tempo da TCFC	Eixo	ICC	Intervalo de Confiança 95%		Significância
			Limite Inferior	Limite Superior	
Pré	x	0.9928	0.891	0.9995	p = 0.0002
	y	0.9999	0.9981	1	p < 0.0001
	z	1	0.9993	1	p < 0.0001
Pós	x	0.8546	-0.1126	0.9902	p = 0.0092
	y	0.9991	0.9862	0.9999	p < 0.0001
	z	0.9983	0.9729	0.9999	p < 0.0001

Tabela 10 – ICC dente 41

Tempo da TCFC	Eixo	ICC	Intervalo de Confiança 95%		Significância
			Limite Inferior	Limite Superior	
Pré	x	0.9998	0.9969	1	p < 0.0001
	y	0.9999	0.9987	1	p < 0.0001
	z	1	0.9993	1	p < 0.0001
Pós	x	0.9998	0.9969	1	p < 0.0001
	y	0.9989	0.9826	0.9999	p < 0.0001
	z	0.9991	0.9849	0.9999	p < 0.0001

Tabela 11 – ICC dente 26

Tempo da TCFC	Eixo	ICC	Intervalo de Confiança 95%		Significância
			Limite Inferior	Limite Superior	
Pré	x	0.9885	0.8304	0.9993	p = 0.0002
	y	1	0.9998	1	p < 0.0001
	z	0.9999	0.9991	1	p < 0.0001
Pós	x	0.9862	0.8002	0.9991	p = 0.0003
	y	0.9787	0.7068	0.9987	p = 0.0004
	z	0.9983	0.9735	0.9999	p < 0.0001

Tabela 12 – ICC dente 16

Tempo da TCFC	Eixo	ICC	Intervalo de Confiança 95%		Significância
			Limite Inferior	Limite Superior	
Pré	x	0.9979	0.9672	0.9999	p < 0.0001
	y	0.9935	0.9016	0.9996	p = 0.0001
	z	0.9999	0.9983	1	p < 0.0001
Pós	x	0.9941	0.9098	0.9996	p = 0.0001
	y	0.9995	0.9925	1	p < 0.0001
	z	0.9995	0.9917	1	p < 0.0001

7.2 PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
CLEMENTINO FRAGA FILHO
/HUCFF/ UFRJ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação da qualidade do plano de tratamento feito no computador para cirurgia de correção dos ossos da face

Pesquisador: Lincoln Issamu Nojima

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 52561415.6.0000.5257

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.399.577

Apresentação do Projeto:

Protocolo 011-16, do grupo III, recebido em 18.1.2016.

INTRODUÇÃO

Um correto e minucioso plano de tratamento é um elemento de extrema importância na cirurgia ortognática para que os resultados estético, oclusal e funcional sejam obtidos (ECKHARDT e CUNNINGHAM, 2004). Para o planejamento pré-cirúrgico é necessário obter-se uma variedade de dados do paciente que guiará o profissional para um correto diagnóstico e um plano de tratamento coerente (ABOUL-HOSN CENTENERO e HERNANDEZALFARO, 2012; XIA et al., 2007). No método tradicional, o plano de tratamento para a cirurgia ortognática é feito utilizando-se modelos de gesso da área dentoalveolar, radiografias cefalométrica lateral e panorâmica, articulador e fotografias. Através destes, o resultado cirúrgico é determinado (TUCKER et al., 2010; ABOUL-HOSN CENTENERO e HERNANDEZ-ALFARO, 2012). Este método de planejamento é satisfatório, mas apresenta algumas limitações devido ao processo manual e pode incluir passos desnecessários (TUCKER et al., 2010). Utilizando-se os modelos de gesso, uma simulação cirúrgica é realizada e então são confeccionados gutas cirúrgicas para serem utilizados durante o procedimento cirúrgico (TUCKER et al., 2010). Na cirurgia de modelos somente a região dento

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255 Sala 010-48
Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
CLEMENTINO FRAGA FILHO
/HUCFF/ UFRJ



Continuação do Parecer: 1.399.577

alveolar é representada tridimensionalmente e a relação com o complexo craniofacial é feita por meio da radiografia cefalométrica lateral, que por si só já é limitada pelo fato de representar em duas dimensões uma estrutura tridimensional (TUCKER et al, 2010; ABOUL-HOSN CENTENERO e HERNANDEZ-ALFARO, 2012; XIA et al, 2007). Nesta técnica, nenhuma estrutura óssea na qual o cirurgião intervém durante a cirurgia ortognática pode ser visualizada e alterada, distanciando-se muito da cirurgia real. Há a impossibilidade de realizar a simulação e visualização das osteotomias e reposicionamento ósseo necessário para realizar o procedimento (TUCKER et al, 2010). Assim, movimentos de rotação e translação não são bem controlados na cirurgia de modelos e não é possível observar possíveis interferências entre estruturas ósseas (ABOUL-HOSN CENTENERO e HERNANDEZ-ALFARO, 2012). Devido a estas características, o planejamento para pacientes com problemas tridimensionais como assimetrias é restrito (XIA et al, 2007). Com o advento dos exames de imagem como a tomografia computadorizada de feixe cônico, que tem sido amplamente utilizada, têm-se a possibilidade de obter dados com melhor acurácia e qualidade para o diagnóstico, objetivando um planejamento mais previsível (TUCKER et al, 2010). Através de algoritmos matemáticos, os dados obtidos na tomografia são convertidos em imagens tridimensionais, sendo possível interagir com a imagem gerada através de softwares específicos (MARCHETTI et al, 2006). Esta torna-se um importante instrumento de diagnóstico que possibilita detectar assimetrias em vários planos do espaço (STOKBRO et al, 2014). O planejamento tridimensional permite ultrapassar muitas das limitações impostas pelo método tradicional, já que pode-se visualizar e manipular estruturas dentárias e ósseas (TUCKER et al, 2010). A simulação cirúrgica com softwares que permitem a manipulação tridimensional da imagem permite que o cirurgião planeje os movimentos cirúrgicos em 6 graus de liberdade: 3 planos de espaço rotacionais e 3 translacionais. (TUCKER et al, 2010) Além da liberdade de movimentação e observação direta das estruturas, ainda há a vantagem da possibilidade de se realizar várias alternativas de tratamento para obter a melhor resposta para o paciente específico, adaptando o planejamento sempre que necessário para ultrapassar possíveis dificuldades (STOKBRO et al, 2014; TUCKER et al, 2010) Esta tecnologia tem se mostrado muito promissora à medida que propicia um melhor diagnóstico, um planejamento completo mais fiel às estruturas craniofaciais, reduz complicações e aumenta a previsibilidade (TUCKER et al, 2010, STOKBRO et al, 2014; GATENO et al, 2007). Alguns trabalhos clínicos foram realizados e após revisão sistemática, STOCKBRO et al (2014) concluíram que ainda são necessários mais estudos sobre a reprodutibilidade e precisão dos diferentes sistemas de planejamentos virtuais tridimensionais para cirurgia ortognática.

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255 Sala 010-48
Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
CLEMENTINO FRAGA FILHO
/HUCFF/ UFRJ



Continuação do Parecer: 1.399.577

HIPÓTESE

O planejamento virtual da cirurgia ortognática permite resultados previsíveis do reposicionamento das estruturas dentárias e esqueléticas da face.

METODOLOGIA

Para a avaliação da precisão do planejamento virtual é necessário comparar o deslocamento dentoesquelético obtido antes e após o movimento real obtido na cirurgia. Para isto, pontos de referência serão demarcados nas TCFCs pré-cirúrgicas, pós-cirúrgicas e no planejamento virtual. Em revisão sistemática, NEIVA et al (2014) afirma que pontos marcados na linha média sagital e pontos dentários, em geral, apresentam boa confiabilidade. Assim, serão demarcados os seguintes pontos na maxila: região central da incisal do incisivo central direito ou esquerdo, ponta de cúspide dos caninos direito e esquerdo e ponta da cúspide mesiovestibular dos primeiros molares direito e esquerdo. E os seguintes pontos na mandíbula: região central da incisal do incisivo central direito ou esquerdo, ponta de cúspide dos caninos direito e esquerdo e ponta da cúspide mesiovestibular dos primeiros molares direito e esquerdo. As TCFCs pré-cirúrgicas (T1) e pós-cirúrgicas (T2) serão avaliadas para estes pontos em três diferentes planos no espaço - vertical, horizontal e transversal - medindo-se a distância dos pontos a planos de referência determinados na imagem tomográfica. Para a determinação dos planos de referência, a imagem precisa ser corretamente orientada no espaço com relação aos eixos x, y e z. A rotação da imagem em torno do eixo x é denominada roll; em torno do eixo y, pitch; e em torno do eixo z, yaw. Através da visualização da reconstrução tridimensional, a imagem foi orientada da seguinte forma: -Através de um plano axial determinado no plano horizontal de Frankfurt (Infraorbitomeatal) - Através de um plano sagital que transpassa a estrutura na crista frontal e parte mais mesial e medial do forame magno - Através de um plano coronal que tangencia o contorno posterior do meato acústico externo direito. Após a determinação dos planos de referência, a distância de cada um dos planos a cada ponto demarcado na região dentária será determinada tanto na TCFC pré-cirúrgica, quanto na pós-cirúrgica. A diferença destas medidas em T(1) e T(2), para os três planos em cada ponto, determina de forma tridimensional qual foi o deslocamento real ocorrido após a cirurgia. Estes valores serão comparados com os valores de deslocamento mostrados pelo software para a movimentação planejada.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255 Sala 01D-48
Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
CLEMENTINO FRAGA FILHO
/HUCFF/ UFRJ



Continuação do Parecer: 1.399.577

Serão selecionados para a realização do estudo os registros de pacientes incluídos nos seguintes critérios: 1 - Pacientes que realizaram cirurgia ortognática seguindo o planejamento virtual em três dimensões feito no software Dolphin 3D (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, CA, USA) 2- Pacientes que foram operados utilizando guias cirúrgicos prototipados em estereolitografia a partir do planejamento tridimensional.

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Não se aplica

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar a previsibilidade e precisão do planejamento virtual da cirurgia ortognática através da comparação entre o movimento das estruturas dentárias e esqueléticas do planejamento virtual e o obtido após a cirurgia ortognática.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo o Pesquisador:

Riscos:

O estudo não trará riscos adicionais para os participantes além dos relacionados à radiação para obtenção das imagens tomográficas que foram utilizadas anteriormente para diagnóstico. A solicitação dos exames tomográficos não foi relacionada ao presente estudo.

Benefícios:

O estudo trará benefícios para os cirurgiões dentistas, comunidade científica e para pacientes que são possíveis candidatos à cirurgia ortognática, já que avalia um método de planejamento que tem sido amplamente utilizado no Brasil e no mundo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um estudo observacional, longitudinal e retrospectivo.

O presente estudo tem como objetivo avaliar a previsibilidade e precisão do planejamento virtual da cirurgia ortognática através da comparação entre o movimento das estruturas dentárias e esqueléticas do planejamento virtual e o obtido após a cirurgia ortognática. Imagens tomográficas pré e pós cirúrgica de pacientes que realizaram a cirurgia ortognática seguindo o planejamento

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255 Sala 01D-48
Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
CLEMENTINO FRAGA FILHO
/HUCFF/ UFRJ



Continuação do Parecer: 1.399.577

virtual em três dimensões feito no software Dolphin 3D (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, CA, USA) serão selecionadas, assim como os modelos tridimensionais gerados após o planejamento. Pontos de referência serão demarcados nas TCFCs pré-cirúrgicas, pós-cirúrgicas e na Imagem tridimensional utilizada no planejamento virtual. Tais pontos serão avaliados em três diferentes planos do espaço e o deslocamento ocorrido no planejamento para cada um destes pontos será comparado com o deslocamento real (diferença de posicionamento dos pontos na tomografia pré e pós- cirúrgica).

O estudo terá duração de cinco meses. Serão analisadas 80 tomografias iniciais e finais dos pacientes incluídos na amostra, além dos arquivos digitais referentes ao planejamento cirúrgico de cada caso.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide Item "Conclusões ou Pendências e Listas de Inadequações".

Recomendações:

Vide Item "Conclusões ou Pendências e Listas de Inadequações".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não foram encontrados óbices éticos.

Considerações Finais a critério do CEP:

1. De acordo com o Item X.1.3.b, da Resolução CNS n.º 466/12, o pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais que permitam ao Cep acompanhar o desenvolvimento dos projetos. Esses relatórios devem conter informações detalhadas nos moldes do relatório final contido no Ofício Circular n. 062/2011: [-http://conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/arquivos/conep/relatorio_final_encerramento.pdf-](http://conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/arquivos/conep/relatorio_final_encerramento.pdf)

2. Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas, com justificativa, ao CEP, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada.

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255 Sala 01D-48
Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
CLEMENTINO FRAGA FILHO
/HUCFF/ UFRJ



Continuação do Parecer: 1.399.577

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_482155.pdf	18/01/2016 14:39:42		Aceito
Declaração de Pesquisadores	Carta_de_apresentacao.doc	18/01/2016 14:36:57	Patricia Vailm	Aceito
Cronograma	cronograma.doc	18/01/2016 14:34:26	Patricia Vailm	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	justificativa_para ausencia_de_tcle.doc	18/01/2016 14:16:50	Patricia Vailm	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	justificativa_para ausencia_de_tcle.pdf	18/01/2016 14:16:25	Patricia Vailm	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	18/01/2016 14:15:19	Patricia Vailm	Aceito
Outros	Apendice.doc	10/12/2015 20:29:41	Patricia Vailm	Aceito
Outros	Links_do_curriculo_lattes_dos_colaboradores_envolvidos_no_estudo.doc	10/12/2015 20:19:18	Patricia Vailm	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado.doc	10/12/2015 20:17:11	Patricia Vailm	Aceito
Orçamento	orcamento.doc	10/12/2015 20:15:32	Patricia Vailm	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_de_instituicao_e_infraestrutura.doc	10/12/2015 20:11:29	Patricia Vailm	Aceito
Declaração de Pesquisadores	carta_de_apresentacao.pdf	10/12/2015 20:10:23	Patricia Vailm	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_de_instituicao_e_infraestrutura.pdf	10/12/2015 19:51:19	Patricia Vailm	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255 Sala 01D-48
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
 Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
CLEMENTINO FRAGA FILHO
/HUCFF/ UFRJ



Continuação do Parecer: 1.399.577

RIO DE JANEIRO, 01 de Fevereiro de 2016

Assinado por:
Carlos Alberto Guimarães
(Coordenador)

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255 Sala 01D-48
Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br