

ESCOLA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
DOUTORADO EM CIRURGIA E TRAUMATOLOGIA BUCOMAXILOFACIAL

ALEXANDRE MACHADO TORRES

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A OCLUSÃO DE MODELOS DE GESSO E OCLUSÃO
VIRTUAL EM PLANEJAMENTOS DE CIRURGIA ORTOGNÁTICA**

Porto Alegre
2019

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

ALEXANDRE MACHADO TORRES

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A OCLUSÃO DE MODELOS DE GESSO E
OCCLUSÃO VIRTUAL EM PLANEJAMENTOS DE CIRURGIA ORTOGNÁTICA**

Tese apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para a obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de concentração em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Linha de Pesquisa: Diagnóstico e terapêuticas aplicadas

Orientador: Prof. Dr Rogério Belle de Oliveira

Porto Alegre – 2019



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho:

Ao meu pai, Seu Raymundo, que hoje me observa e zela por mim de algum lugar, e a minha mãe, Dona Alaide, que com sua simplicidade sempre me incentivaram a trilhar não o caminho mais fácil, mas o correto.

Ao meu irmão, Ricardo Torres, desde muito cedo a minha referência de responsabilidade e honradez.

Aos meus tesouros e melhor parte de mim, Marina e Rodrigo. Cada sorriso de vocês é e sempre será o combustível necessário para seguir em frente.

Finalmente, ao meu porto seguro, minha esposa e eterna namorada, Erika Torres. Muito obrigado pelo incentivo constante e pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida.



AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, prof. Dr. Rogério Belle de Oliveira, um exemplo de sinergia entre o mundo acadêmico e a clínica. Obrigado pela oportunidade de aprendizado e pelo exemplo de dedicação à ciência. Serei eternamente grato.

À Faculdade de Odontologia da PUCRS, em nome de todos os professores da Pós-Graduação, todos os meus colegas de Doutorado, todos os funcionários, em especial da Secretaria de Pós-Graduação. Obrigado por todos os momentos, por todos ensinamentos, por todos os favores e convivência neste período que permitiu a realização deste trabalho.

Ao amigo Davani Laturullo Costa, parceiro de profissão e de viagens a Porto Alegre. Compartilhamos as dúvidas, os sabores e os dissabores de uma Pós-graduação.

Ao meu irmão de alma, Flavio Ferraz, pela ajuda na manipulação de imagens e metodologia do trabalho.

A todos os colegas e amigos que ajudaram de forma direta e indireta, desde ideias e soluções para lidar com tantos compromissos.

A Deus, pela família e amigos que me presenteou.

TESE DE DOUTORADO EM CIRURGIA E TRAUMATOLOGIA

BUCO-MAXILO-FACIAL

O corpo da presente tese é composto por dois artigos científicos a serem submetidos:

Artigo 1

COMPARAÇÃO DA OCLUSÃO FINAL POR MEIO DE MODELOS EM
CIRURGIA ORTOGNÁTICA: DESCRIÇÃO E VALIDAÇÃO DO MÉTODO DE
COMPARAÇÃO

Artigo 2

AVALIAÇÃO DA ÁREA DE CONTATO OCLUSAL POR SOBREPOSIÇÃO DE
MODELOS FÍSICOS E VIRTUAIS POR INTERMÉDIO DE MAPAS DE CORES

Palavras chaves: Cirurgia Ortognática; Oclusão virtual; Estabilidade oclusal.



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	11
OBJETIVOS E HIPÓTESES GERAIS.....	13
OBJETIVO GERAL.....	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
HIPÓTESES.....	14
MATERIAIS E MÉTODOS GERAIS	15
ARTIGO 1.....	18
RESUMO.....	19
INTRODUÇÃO.....	20
MATERIAIS E MÉTODOS	21
RESULTADOS.....	23
DISCUSSÃO.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ARTIGO 2.....	33
RESUMO.....	34
INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAIS E MÉTODOS	37
RESULTADOS.....	40
DISCUSSÃO.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
DISCUSSÃO GERAL.....	49
CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	55
ANEXOS.....	59
ANEXO A	59
ANEXO B.....	61



RESUMO

A cirurgia ortognática é o procedimento utilizado para a correção de deformidades dentofaciais. O sucesso do procedimento depende tanto da habilidade cirúrgica quanto de um diagnóstico e planejamento preciso e detalhado.

O diagnóstico e, principalmente, o planejamento desses procedimentos foram altamente influenciados nos últimos anos pelo desenvolvimento tecnológico. O desenvolvimento de softwares e hardwares auxiliaram o surgimento de ferramentas diagnósticas e de planejamento tridimensional, tornando essas cirurgias mais precisas e acuradas.

No entanto, ainda existem muitas dúvidas a respeito da fidelidade do planejamento ou diagnóstico oclusal totalmente de maneira virtual, sem a presença de modelos físicos em gesso, por exemplo.

Este trabalho científico busca estudar a estabilidade oclusal por meio das áreas de contatos dentários em software de planejamento virtual, sendo apresentado em dois artigos científicos. O software Dolphin Imaging 11.9v. foi utilizado para o planejamento cirúrgico dos procedimentos com a utilização de dois conjuntos de modelos oclusais. Um com a oclusão obtida de forma totalmente virtual e o outro com a oclusão final obtida através de modelos físicos, escaneados em posição de oclusão virtual.

O artigo 1 apresenta a validação do modelo de estudo por meio da verificação e comparação do posicionamento dos modelos em ambos os métodos. Já o artigo 2

apresenta os resultados da estabilidade oclusal medida por meio da comparação da área de contato obtida em *pixels*.

Os resultados permitem concluir que a oclusão obtida mediante recursos totalmente virtuais apresenta diferenças de posicionamento em relação à oclusão obtida mediante manipulação de modelos físicos. No entanto, não se encontrou diferenças significativas entre as áreas de contato oclusal obtidas, apesar da superfície obtida e mensurada pelo método virtual ter sido maior.

Mais ferramentas voltadas para o planejamento oclusal ainda devem ser desenvolvidas e mais estudos devem ser realizados para que os resultados obtidos encorajem mais cirurgiões a realizar os planejamentos cirúrgicos de modo inteiramente virtual, sem a necessidade de etapas laboratoriais no processo.

Palavras chaves: Cirurgia Ortognática; Oclusão dental; Equilíbrio oclusal[□]

[□] Decs. Descritores em língua portuguesa – <http://decs.bvs.br/>



ABSTRACT

Orthognathic surgery is the procedure used for the correction of dentofacial deformities. The success of the procedure depends on both surgical skill and accurate and detailed diagnosis and planning.

The diagnosis and, especially, the planning of those procedures were highly influenced in the last years by the technological development. The development of software and hardware helped the emergence of diagnostic tools and three-dimensional planning, making these surgeries more precise and accurate.

However, there are still many doubts about the fidelity of the planning or occlusal diagnosis totally virtual, without the presence of physical models in plaster, for example.

This scientific work seeks to study occlusal stability through dental contact in virtual planning software and will be presented in two scientific articles. Dolphin Imaging software 11.9v. was used for the surgical planning of surgeries with the use of two sets of occlusal models. One with the occlusion obtained in a totally virtual way and the other with the final occlusion obtained through physical models, scanned in position of virtual occlusion.

Article 1 presents the validation of the study model of occlusal stability measured in both occlusions. Article 2 presents the results of the proposed methodology through the contact area in pixels.

The results allow to conclude that the best fit surface obtained through totally virtual resources presents differences in the final position of the occlusion obtained

through the manipulation of physical models. However, the results were not statically significant between the occlusal contact areas obtained, although the surface obtained and measured by the virtual method was higher.

More tools for occlusal virtual planning have yet to be developed and further studies must be conducted so that the results obtained encourage more surgeons to perform surgical planning in a completely virtual manner without the need for laboratorial steps in the process.

Key words: Orthognatic surgery, dental occlusion, occlusal adjustment[□]

[□] Decs. Descritores em inglês - <http://decs.bvs.br/>



INTRODUÇÃO GERAL

A evolução das tecnologias de softwares está contribuindo para o tratamento de deformidades dentofaciais (DDF) por intermédio dos planejamentos virtuais (PV) em cirurgia ortognática (CO). A associação da tomografia computadorizada (TC) com o escaneamento de modelos dentários ou escaneamento intra-bucal acrescentou precisão e confiabilidade aos planejamentos cirúrgicos dos pacientes portadores de deformidade dentofacial. A execução da CO e conseqüentemente, os resultados finais dos pacientes tratados com a abordagem ortodôntico-cirúrgica passam por um momento de aferição tridimensional.^{1,2}

Para Ritto et al², o advento das imagens tridimensionais conduziu o diagnóstico e planejamento de deformidades dentofaciais a um novo horizonte. Os planejamentos cirúrgicos realizados utilizando-se softwares permitem a possibilidade de eliminar várias etapas laboratoriais, levando a um menor tempo de execução e menor custo dos procedimentos. Além disso, os PV possibilitam planejamentos e procedimentos mais precisos. Deve-se ressaltar que a implementação de novas tecnologias, em um primeiro momento, representa aumento de custos operacionais para o tratamento, mas que ao longo do tempo mostram-se vantajosas, inclusive do ponto de vista financeiro.

A despeito da acurácia dos planejamentos desenvolvidos de forma virtual, muitos laboratórios de documentações odontológicas e cirurgias bucomaxilofaciais ainda mesclam PV com modelos das arcadas dentárias obtidos de forma convencional. A obtenção dos modelos normalmente se dá através de material de moldagem e gesso e posteriormente esses modelos de gesso são escaneados em oclusão final obtida através da manipulação manual desses¹.

Essa mescla entre exames totalmente virtuais e exames convencionais se dá principalmente pela desconfiança dos profissionais em estabelecer uma oclusão final, sem manipular fisicamente os modelos de gesso. Vários pesquisadores reconhecem necessidade de sentir os modelos físicos, já que na manipulação e obtenção da oclusão virtual, os modelos podem apenas ser vistos e não sentidos.³

Os autores dessa pesquisa buscam responder a seguinte questão: A determinação da oclusão final em cirurgia ortognática pode ser realizada de forma totalmente virtual? Além disso, os resultados produzidos são mais estáveis?

Considerando essa problemática, os objetivos dessa pesquisa, seu método e os resultados obtidos serão descritos em dois artigos científicos apresentados a seguir.



OBJETIVOS E HIPÓTESES GERAIS

OBJETIVO GERAL

O objetivo dessa pesquisa será comparar a oclusão dentária final necessária para a realização de CO obtida pela manipulação virtual de modelos dentários escaneados, chamada aqui de oclusão final virtual (OFV), com a oclusão dentária final obtida por meio de modelos de gesso escaneados em posição final, chamada de oclusão final convencional (OFC). Para atingir este objetivo, o software Dolphin Imaging 11.9v. (Dolphin Imaging Management Solutions, Chatsworth, CA, USA) será empregado para o planejamento de ambas oclusões.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar se é possível obter-se com precisão a oclusão final por meio de ferramentas totalmente virtuais.
- b) Avaliar a real necessidade de procedimentos laboratoriais (modelos de gesso manipulados em oclusão final e posteriormente escaneados) para realização dos PV.
- c) Validar um método para comparar a OFC com a OFV, por intermédio do posicionamento das arcadas dentárias utilizando o Software Dolphin Imaging.
- d) Comparar as áreas das superfícies oclusais de contato entre a OFC com a OFV em *pixels*.

HIPÓTESES

H1_o: Não há diferenças entre os modelos testados em relação a área de contato oclusal.

H1_a: A oclusão final virtual apresenta maior área de contato oclusal.

H1_b: A oclusão final convencional apresenta maior área de contato oclusal.



MATERIAIS E MÉTODOS GERAIS

Este projeto de pesquisa segue as normativas da Resolução 466/12 e foi aprovado pelo CEP-PUCRS CAAE: 04256518.1.0000.5336. (Anexo A). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A amostra de conveniência foi constituída por 30 conjuntos de tomografias computadorizadas e de modelos dentários de pacientes portadores de deformidades dentofaciais, independente do tipo, que foram submetidos a cirurgia ortognática no Hospital São Lucas (PUCRS) entre os anos de 2017 e 2018. Os modelos foram obtidos através de moldagem com alginato e vazados em gesso especial tipo IV.

Após o estabelecimento da oclusão final através de manipulação física, os modelos foram fixados com cera e escaneados em escâner de bancada 3Shape Trios (3Shape A/S, Copenhague, Dinamarca). O escaneamento permitiu a obtenção de arquivos *.stl* em oclusão final – Grupo A. Para o planejamento desse grupo, os arquivos contendo modelos *.stl* da maxila foram importados para o software Dolphin Imaging e, através da ferramenta chamada *Piggyback*, foram sobrepostos nas imagens tomográficas da maxila. Já as imagens tomográficas da mandíbula foram sobrepostas nos arquivos *.stl* da mandíbula. Como os arquivos da maxila e mandíbula foram escaneados em oclusão, todo o conjunto, maxila e mandíbula, foram levados a seu posicionamento final. Assim, reproduziu-se a posição de oclusão final estabelecida através da manipulação dos modelos físicos, previamente ao escaneamento. (Figura

1)

Para o grupo B, foram escaneados os modelos da maxila e da mandíbula separadamente, obtendo-se dois arquivos *.stl* isolados. Foi iniciado um novo planejamento para cada um dos 30 pacientes. Como o objetivo era avaliar oclusão, apenas a mandíbula foi reposicionada mantendo-se a posição da maxila e reposicionando-se os modelos inferiores. Nesse grupo, a oclusão final foi obtida de forma totalmente virtual, através da ferramenta denominada *mapa de cores* do software Dolphin Imaging 11.9v. (Figura 2). Essa ferramenta representa um oclusograma em que as superfícies oclusais dos modelos da maxila e mandíbula, quando em oclusão, são representados por cores que variam do verde ao vermelho, sendo este último a representação do trespasse dos modelos.

Os dois grupos foram planejados de acordo com critérios clínicos e incluíram adequada relação entre caninos, molares, controle de *overjet*, *overbite* e linha média até que fosse obtida a maior área de contato possível entre as superfícies oclusais dos dentes. Conforme protocolo estabelecido e citado por Hsu et al (2012)^{4,5}, para cada PV de cada grupo foram determinadas 3 medidas (x, y e z) em 3 diferentes pontos dos modelos da mandíbula, sendo esses: linha média entre os incisivos centrais, cúspide méso-vestibular direita e cúspide méso-vestibular esquerda dos primeiros molares inferiores de cada modelo para determinação da coordenada centroide e conseqüentemente localização espacial dos modelos mandibulares. (Figura 3)

A equação para determinação da coordenada centroide média (X_c , Y_c e Z_c) foi a média entre as coordenadas $(x_1+x_2+x_3)$, $(y_1+y_2+y_3)$ e $(z_1+z_2+z_3)$. Os dados foram tabulados no software Excel (Microsoft Corp, Redmond, WA) e as diferenças entre os grupos A e B analisadas para se verificar o grau das diferenças de posicionamento dos modelos inferiores. Analisou-se ainda a área de contato oclusal através dos pontos de contato nos modelos de oclusão.

Para ambos os grupos, foi permitido no mapa de cores um trespasse dos contatos dentários de 0,5 milímetros e os pontos de contato entre os modelos

superiores e inferiores, definidos por cores, foi utilizado para avaliar a estabilidade dos contatos dentários. O mapa de cores foi salvo em formato *.jpeg* (*Joint Photographic Experts Group*), permitindo a utilização do software de manipulação de imagem ImageJ® (*Powerful Image Analysis*). Esse software permitiu que apenas as áreas de contato oclusal fossem demarcadas e isoladas, representadas pelos espectros de cores de verde a vermelho, através da ferramenta *color threshold*. Após individualizadas apenas as superfícies de contato, utilizou-se a ferramenta *measure* para estimativa, em *pixels*, das áreas de contato. (Figura 4)

A determinação da oclusão final, tanto através da sobreposição de modelos físicos quanto através das ferramentas virtuais foram realizadas por um único cirurgião para que não houvesse diferenças de critérios na determinação da oclusão.

Antes de iniciar a coleta formal dos dados, um teste piloto foi empregado, utilizando-se 5 conjuntos de casos escolhidos de forma aleatória para realização de PV. Esses planejamentos foram realizados conforme descrito anteriormente e o operador foi testado para as medidas de contatos oclusais pelo *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC) em dois momentos distintos, com diferença de 15 dias entre as medidas. Foi obtida uma correlação das medidas de 0,845. O teste foi considerado adequado e prosseguiu-se ao estudo.

Para análise inferencial de determinação dos centroides aplicou-se o teste T^2 de *Hotelling Pareado*, que é uma extensão do teste *t* quando se tem mais de uma variável. Já para a comparação das superfícies de contato aplicou-se o teste *t* pareado.



ARTIGO 1

COMPARAÇÃO DA OCLUSÃO FINAL POR MEIO DE MODELOS EM CIRURGIA ORTOGNÁTICA: DESCRIÇÃO E VALIDAÇÃO DO MÉTODO DE COMPARAÇÃO

1^o Alexandre Machado Torres (Torres, AM)

2^o Davani Laturullo Costa (Costa, DL)

3^o Flavio Wellington da Silva Ferraz (Ferraz, FW)

4^o Rogério Belle de Oliveira (de Oliveira, RB)

1 – Aluno do Doutorado em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – Brasil.

2 – Aluno do Doutorado em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – Brasil.

3 – Cirurgião Bucomaxilofacial. São Paulo - Brasil

4 – Professor do Departamento de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – Brasil.

RESUMO

A cirurgia ortognática (CO) é considerada o principal procedimento responsável pela correção de deformidades dentofaciais (DDF). Os avanços tecnológicos, principalmente nos últimos 10 anos, contribuíram muito para a otimização desses procedimentos. A melhora na qualidade de imagens tomográficas e o desenvolvimento de softwares para auxiliar no planejamento das cirurgias foram cruciais para esse avanço, levando mais previsibilidade, precisão e praticidade para os procedimentos.

Apesar da utilização cada vez maior de planejamentos virtuais (PV) por meio de softwares específicos, com o uso de modelos tridimensionais (3D), ainda existem alguns passos relacionados ao planejamento 3D que carecem de mais estudos e validação. Talvez a principal carência esteja na determinação da oclusão cirúrgica final utilizando-se modelos virtuais.

Para Liu et al¹, a definição da oclusão final é um dos pontos principais para o sucesso da cirurgia ortognática. No entanto, apesar do avanço dos planejamentos virtuais, os cirurgiões ainda têm receio de abrir mão de manipular os modelos físicos para determinar a oclusão.

Diante dessa problemática, o objetivo dessa pesquisa foi propor e validar um método para comparar o posicionamento das arcadas dentárias após determinação da oclusão final convencional (OFC) comparada a oclusão final virtual (OFV), utilizando-se o software Dolphin Imaging 11.9v (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, CA, USA). Foi comparada a oclusão final obtida através do escaneamento de modelos físicos em oclusão com a oclusão final obtida através do escaneamento de modelos separados e levados em oclusão virtualmente.

O resultado do estudo realizado por intermédio da comparação da coordenada centroide de 30 pares de modelos inferiores determinou que os grupos apresentam diferença estatisticamente significativa de posicionamento. Ou seja, pode-se inferir que o método proposto é capaz de captar a diferença de posicionamento entre a oclusão final dos dois grupos.

INTRODUÇÃO

Os planejamentos convencionais de cirurgias ortognáticas vem sendo utilizados há mais de 50 anos e embora mostre bons resultados, apresenta várias limitações referentes à precisão do resultado final da cirurgia, principalmente em casos complexos.

Para Ritto et al², pequenos erros podem se acumular durante a realização do planejamento, desde a aquisição dos modelos de gesso até a construção do guia cirúrgico, o que pode, ao final, levar a imprecisões importantes no resultado final da cirurgia.

Nesse contexto, o planejamento virtual em cirurgia ortognática surge como uma possibilidade de minimizar erros, levando a resultados mais precisos, mais rápidos e de acordo com alguns autores, mais econômicos.^{3,4}

A realização do planejamento virtual em cirurgia ortognática consiste na criação de um modelo de crânio composto representado pela sobreposição da imagem tomográfica tanto com modelos de gesso escaneados quanto com modelos obtidos através do uso de escâneres ópticos intra-orais. No entanto, devido a necessidade de alguns cirurgiões manipularem os modelos físicos antes do escaneamento para determinação da oclusão final algumas etapas convencionais ainda são mantidas no planejamento virtual.⁵

Ultimamente, vários pesquisadores têm se concentrado na comparação da oclusão obtida através de modelos convencionais e virtuais, mas as conclusões ainda necessitam de validação das técnicas.^{1,2} Para esses autores, o uso de ferramentas virtuais para determinação da OFV se mostra mais rápido de ser executado quando comparado a obtenção da oclusão final convencional (OFC). No entanto, um dos problemas na determinação da oclusão final é falta de comprovação do método durante o planejamento virtual.

Diante do exposto e da escassez de estudos referentes ao assunto, os autores descrevem um método utilizado para obtenção da oclusão final por meio de modelos físicos escaneados em oclusão e modelos escaneados separadamente e levados em oclusão virtualmente. São comparados os posicionamentos dos modelos inferiores de ambos os grupos com base no posicionamento tridimensional.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo segue as normativas da Resolução 466/12 e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS número: 04256518.1.0000.5336. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

Para o estudo fora utilizado uma amostra de conveniência de 30 conjuntos de modelos de trabalho (maxila e mandíbula) obtidos por moldagem com alginato e vazados em gesso especial tipo IV. Após o estabelecimento da oclusão final através da manipulação física, os modelos foram fixados com cera e escaneados através de escâner de bancada 3Shape Trios (3Shape A/S, Copenhague, Dinamarca) para obtenção de arquivos *.stl* em oclusão final. Em seguida, foi realizado a importação dos arquivos *.stl* dentários superiores e inferiores isoladamente e utilizado a ferramenta chamada *Piggyback* do software Dolphin Imaging. A ferramenta permite sobrepor os arquivos dos modelos dentários superiores na imagem tomográfica da maxila e

sobrepor a imagem tomográfica da mandíbula nos modelos dentários inferiores, levando o seguimento em oclusão final. – *Grupo A*.

Para o outro, *Grupo B*, foram escaneados os modelos dentários superiores e inferiores separadamente, obtendo-se os arquivos *.stl* separados e levados em oclusão final virtualmente, através das ferramentas de movimentação da mandíbula do Dolphin Imaging. Em seguida, foi criado um novo planejamento para o caso, mantendo-se a maxila na mesma posição que o planejamento anterior (*grupo A*). Desta vez, foi utilizada uma ferramenta chamada *color map* ou oclusograma para determinação da oclusão final dos modelos através do reposicionamento da mandíbula. Foram observados critérios clínicos que incluíram preocupação com relação entre caninos, relação entre molares, controle de *overjet* e *overbite* e linha média até que fosse obtida a maior área de contato possível entre os dentes, procurando através do uso das imagens geradas pelo software e pela escada de cores do oclusograma, um posicionamento considerado pelo pesquisador como o mais estável possível.

Para eliminar problemas referentes à habilidade na utilização do software, apenas um único cirurgião foi responsável pela determinação da oclusão final dos modelos físicos e da oclusão virtual através da manipulação dos modelos em formato de arquivo *.stl* no software Dolphin Imaging 11.9v (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, CA, USA). O *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC) para as medidas foi de 0,845.

Permitiu-se para a determinação da oclusão final, tanto no grupo A quanto do grupo B, uma sobreposição das imagens de até 0,5 mm.

Após a determinação da oclusão final de ambos os grupos, foram utilizados, conforme protocolo estabelecido e citado por Hsu et al⁶, 3 eixos de medidas (x, y e z) em 3 diferentes pontos de cada modelo mandibular, sendo esses: linha média entre os incisivos centrais, cúspide méso-vestibular direita e cúspide méso-vestibular esquerda dos primeiros molares inferiores de cada modelo para determinação da coordenada centroide e conseqüentemente, localização espacial dos modelos.

(Figura 1) A equação para determinação da coordenada centroide média (X_c , Y_c e Z_c) foi a média entre as coordenadas $(x_1+x_2+x_3)$, $(y_1+y_2+y_3)$ e $(z_1+z_2+z_3)$. Os dados foram tabulados no software Excel (Microsoft Corp, Redmond, WA) e as diferenças entre os grupos A e B foram analisadas para verificar se existem diferenças entre os centroides.

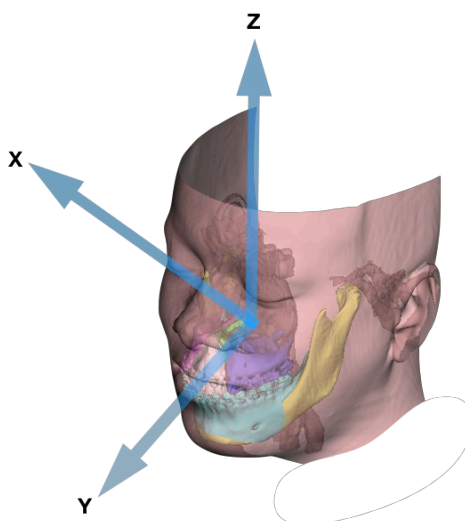


Figura 1 – Eixos faciais (Imagem dos autores)

RESULTADOS

O posicionamento dos 30 conjuntos de modelos está representado na Quadro 1, relacionando os pontos *I* (linha média entre os incisivos inferiores), *L6L* (cúspide mesio-vestibular do primeiro molar inferior esquerdo) e *L6R* (cúspide mesio-vestibular do primeiro molar inferior direito) às coordenadas *y*, *x* e *z*.

As coordenadas e o centroide, por sua vez, mostram os posicionamentos dos modelos avaliados através da OFC e da OFV. Os valores negativos na coordenada *y* representam os deslocamentos posteriores dos pontos em milímetros em relação ao posicionamento inicial e os valores positivos representam deslocamentos anteriores. Em relação à coordenada *x*, os valores negativos representam deslocamentos à

esquerda enquanto que os positivos à direita. Finalmente, na coordenada z, os valores negativos representam deslocamentos para baixo enquanto os positivos para cima. Já os valores representados por zero indicam que não houve movimentação da coordenada em relação ao posicionamento original.

Para análise estatística dos dados, utilizou-se o teste T^2 de Hotelling Pareado. Os resultados mostraram um p -valor de 0,01933 a uma significância estatística de 5%.

		OFC			OFV				OFC			OFV		
		y	x	z	y	x	z		y	x	z	y	x	z
I	1	1,4	9,15	3,84	-3,54	5,67	2,44	16	-5,4	-2,15	4,87	-5,38	-1,29	4,1
L6L		-1,87	6,77	1,2	-6,82	3,21	1,42		-4,47	-0,59	1,38	-3,29	-1,04	4,62
L6R		3,76	6,34	2,25	-1,06	2,77	1,27		-7,05	-0,6	1,42	-3,75	-1,05	4,41
Centroid		1,10	7,42	2,43	-3,81	3,88	1,71		-5,64	-1,11	2,56	-4,14	-1,13	4,38
I	2	6,52	-0,35	1,19	5,63	0	-2,55	17	5,31	-1,56	2,72	2,28	-3,31	2,35
L6L		6,3	-0,42	-0,2	5,57	0,1	-3,87		5,95	-0,98	3,35	3,31	-2,29	0,73
L6R		6,45	-0,39	-1,16	5,59	0,1	-2,08		4,94	-1	5,82	1,27	-2,31	1,29
Centroid		6,42	-0,39	-0,06	5,60	0,07	-2,83		5,40	-1,18	3,96	2,29	-2,64	1,46
I	3	4,96	-0,38	-1,41	4,97	0	-1,77	18	2,44	-0,76	2,2	1,44	-0,82	3,27
L6L		5,86	0,85	-1,69	5,03	-0,01	-1,44		2,51	-0,73	2,53	1	-1,23	3,5
L6R		4,01	0,74	-0,94	4,99	0	-1,55		2,47	-0,75	3,34	1,97	-1,22	3,99
Centroid		4,94	0,40	-1,35	5,00	0,00	-1,59		2,47	-0,75	2,69	1,47	-1,09	3,59
I	4	0,81	-2,61	0,9	-1	-1,15	0,62	19	5,25	0,68	-0,82	2,88	1,83	-2,58
L6L		1,83	-1	-0,85	-1,86	-1,96	-0,45		4,76	0,26	-1,38	1,26	-0,05	-0,25
L6R		-0,22	-1,11	2,92	-0,56	-1,81	-1,28		5,67	0,22	-0,62	4,65	0,02	-2,23
Centroid		0,81	-1,57	0,99	-1,14	-1,64	-0,37		5,23	0,39	-0,94	2,93	0,60	-1,69
I	5	5,51	0,82	-0,84	5,36	-0,53	-2,86	20	5,07	-0,04	0,1	4,69	0	-0,19
L6L		5,25	0,48	-0,62	5,52	-0,46	-7,7		5,81	0,82	2,98	4,64	0,02	2,85
L6R		5,85	0,4	1,26	5,62	-0,55	-5,64		4,26	0,86	3,37	4,76	0,04	3,66
Centroid		5,54	0,57	-0,07	5,50	-0,51	-5,40		5,05	0,55	2,15	4,70	0,02	2,11
I	6	-3,26	2,13	5,87	-2,77	1,87	5,14	21	3,77	1,71	0,71	-0,6	0	-0,55
L6L		-5,3	0,37	2,59	-3,72	1,14	2,42		3,13	1,03	1,03	-1	-0,32	-1,43
L6R		-1,66	0,79	2,59	-2,3	1,29	2,9		4,22	0,96	-0,14	-0,07	-0,36	-1,16
Centroid		-3,41	1,10	3,68	-2,93	1,43	3,49		3,71	1,23	0,53	-0,56	-0,23	-1,05
I	7	4,65	-2,46	2,76	1,07	-1,21	4,19	22	4,36	2,28	3,16	0,99	0,57	1,28
L6L		5,5	-1,81	4,93	1,02	-1,12	3,3		3,34	1,88	0,59	0,36	0,26	0,49
L6R		4,2	-1,88	5,2	1,1	-1,11	5,46		4,77	1,87	2,78	1,39	0,22	1,25
Centroid		4,78	-2,05	4,30	1,06	-1,15	4,32		4,16	2,01	2,18	0,91	0,35	1,01
I	8	3,18	3,43	-1,68	10,27	1,35	0,6	23	7,95	1,78	-1,54	8,08	0,2	-1,77
L6L		0,54	0,95	-1,82	9,62	0,94	-0,34		7,46	1,3	-3,1	7,67	-0,21	-3,36
L6R		5,8	1,03	-2,11	10,47	0,92	-0,91		8,25	1,29	-4,18	8,35	-0,11	-2,2
Centroid		3,17	1,80	-1,87	10,12	1,07	-0,22		7,89	1,46	-2,94	8,03	-0,04	-2,44
I	9	4,3	-2,63	0,29	4,3	-1,89	0,66	24	9,68	1,58	4,26	3,47	2,77	2,59
L6L		6,85	0,36	-4,68	5,42	-0,39	-4,17		9,08	1,46	1,03	3,02	2,77	-0,43
L6R		1,38	0,56	-2,86	2,6	-0,38	-3,25		9,81	1,39	2,37	3,42	2,77	-0,55
Centroid		4,18	-0,57	-2,42	4,11	-0,89	-2,25		9,52	1,48	2,55	3,30	2,77	0,54
I	10	4,98	-3,99	1,37	3,13	-1,97	1,16	25	9,07	-1,46	4,35	9,84	-0,81	3,4
L6L		6,36	-2,42	1,89	3,97	-0,9	-0,51		9,85	-0,58	1,72	9,72	-0,81	1,72
L6R		3,7	-3,11	5,05	2,43	-1,24	-0,14		7,96	-0,61	0,41	9,67	-0,79	0,03
Centroid		5,01	-3,17	2,77	3,18	-1,37	0,17		8,96	-0,88	2,16	9,74	-0,80	1,72
I	11	-6,82	2,51	6,76	-8,34	2,22	7,11	26	-1,67	-1,82	2,16	-6,6	-2,14	1,25
L6L		-8,37	1,64	4,57	-9,92	1,26	5,26		-1,58	-1,27	0,2	-6,91	-2,48	1,25
L6R		-6,5	1,5	3,98	-7,94	1,12	4,19		-2,76	-1,29	-0,47	-6,27	-2,45	1,25
Centroid		-7,23	1,88	5,10	-8,73	1,53	5,52		-2,00	-1,46	0,63	-6,59	-2,36	1,25
I	12	-4,34	0,9	3,45	-0,41	0,95	2,85	27	4,41	0,5	-1,05	0,06	0	1,44
L6L		-3,56	1,84	0,96	-0,88	0,37	3,54		4,29	0,59	-2,16	-0,06	0,03	0,73
L6R		-5,65	1,9	-2,44	0	0,31	1,65		4,39	0,57	-0,77	-0,03	0,02	1,03
Centroid		-4,52	1,55	0,66	-0,43	0,54	2,68		4,36	0,55	-1,33	-0,01	0,02	1,07
I	13	11,92	0,79	0,09	7,52	2,43	3	28	9,34	-0,69	14,22	4,65	0	7,82
L6L		9,75	-0,5	-2,9	5,57	1,17	1,19		8,93	-0,73	10,96	4,48	-0,04	6,98
L6R		13,22	-0,65	-1,37	8,29	1,14	-2,08		8,91	-0,73	10,2	4,48	-0,04	6,61
Centroid		11,63	-0,12	-1,39	7,13	1,58	0,70		9,06	-0,72	11,79	4,54	-0,03	7,14
I	14	-4,9	-0,92	4,04	-4,92	-1,29	0,36	29	6,71	0,74	3,61	2,69	0,75	-0,2
L6L		-3,82	0,67	0,23	-3,96	0,16	-0,48		6,59	0,72	0,09	3,03	1,26	-1,59
L6R		-6,39	0,69	-0,22	-6,28	0,18	3,06		6,63	0,72	0,04	2,15	1,27	-1,49
Centroid		-5,04	0,15	1,35	-5,05	-0,32	0,98		6,64	0,73	1,85	2,62	1,09	-1,09
I	15	5,43	0,74	0,18	5,7	0,3	-0,45	30	7,82	-1,6	3,31	6,74	-0,5	-3,67
L6L		4,38	-0,14	-2,97	5,59	0,43	-2,74		7,98	-1,17	6,29	6,33	-0,58	-3,27
L6R		5,89	-0,14	-1,39	5,55	0,48	-0,67		7,37	-1,15	6,33	6,66	-0,54	-2,03
Centroid		5,23	0,15	-1,39	5,61	0,40	-1,29		7,72	-1,31	5,31	6,58	-0,54	-2,99

Quadro 1 – Posicionamentos dos modelos através dos métodos de OFC e OFV

Os resultados demonstram através do gráfico tipo *box-plot* (Figura 2), a diferença do valor mensurado para cada método por coordenada. A diferença de posição mediana entre os eixos demonstrou a seguinte informação: o eixo que mais contribuiu para a diferença significativa foi o eixo y, representado pelo posicionamento ântero-posterior dos pontos. Já o eixo que apresentou menor alteração, não significativa, entre os grupos foi o x, representando uma menor alteração látero-lateral ou alteração da linha mediana dos modelos. O eixo z representando alterações verticais no posicionamento da oclusão final, não significativo, estabeleceu valores que ficaram intermediários.

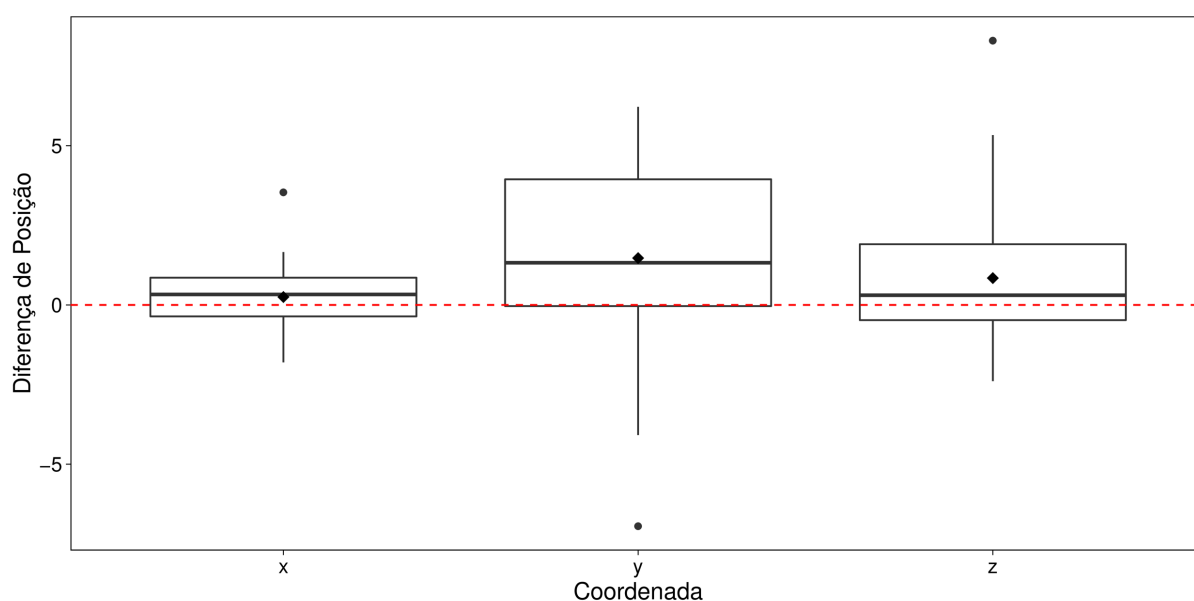


Figura 2 – Gráfico representando o box-plot da diferença entre os valores mensurados por cada método em cada coordenada.

Em uma análise mais específica dos dados, de forma numérica, conforme demonstrado no Quadro 2, observou-se significância estatística no eixo y, seguido pelo eixo z e por fim, pelo eixo x, ambos sem significância estatística.

	Média	Desv Padrão	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo
x	0,250	1,098	-1,803	-0,359	0,330	0,856	3,537
y	1,471*	2,836	-6,947	-0,036	1,325*	3,945	6,220
z	0,843	2,351	-2,393	-0,477	0,305	1,907	8,300

Quadro 2 – Estatística descritiva com média e mediana da diferença do valor mensurado em cada coordenada. * Valores com significância estatística.

O quadro 3 nos fornece estatística descritiva dos valores mensurados nos grupos A e B em cada coordenada individualmente. Os valores apresentados mostram que tanto as médias quanto os desvios padrão foram menores nas três coordenadas referentes ao Grupo B (oclusão final virtual - OFV).

	Coordenada x		Coordenada y		Coordenada z	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
A	0,271	1,861	3,505*	4,808	1,529	2,950
B	0,021	1,388	2,034*	4,706	0,686	2,765

Quadro 3 – Estatística descritiva dos valores mensurados em cada coordenada nos grupos A e B. * Valores com significância estatística.

DISCUSSÃO Nos últimos anos, no que concerne à cirurgia ortognática, o interesse de cirurgiões bucomaxilofaciais tem se voltado para os planejamentos virtuais. Dentre as maiores incertezas dos cirurgiões em relação ao planejamento virtual está a determinação da oclusão de forma virtual. Por isso, muitos cirurgiões

continuam mantendo a escolha da definição da oclusão final através da manipulação de modelos físicos e posterior escaneamento dos modelos nesta oclusão.⁷

Esse processo de planejamento com modelos físicos, além de mais propenso a erros, parece ser mais trabalhoso e requer um tempo maior para ser executado. Essas afirmações encontram respaldo em pesquisa realizada por Steinhuber et al⁴.

Várias pesquisas comparam os resultados cirúrgicos obtidos por cirurgias realizadas através de planejamentos virtuais e planejamentos convencionais. No entanto, sendo mais específico, em relação à precisão na determinação da oclusão virtual comparada à oclusão obtida de forma convencional, observou-se que existem poucos trabalhos que correlacionem esses dados às cirurgias ortognáticas. A maioria dos trabalhos menciona a determinação da oclusão virtual com finalidade inespecífica no âmbito da odontologia.^{8,9}

No entanto, a maioria dos pesquisadores reconhece que a oclusão precisa ser interpretada de forma diferente em casos de planejamentos cirúrgicos para CO e para procedimentos protéticos. Liu et al¹ afirmam que a maioria dos estudos se baseia em oclusão normal. Entretanto, oclusão de pacientes portadores de DDF podem apresentar mais instabilidade devido às compensações ortodôntica e/ou necessidade de finalização ortodôntica após CO.

De acordo com Nadjmi et al¹⁰, ainda existem poucas soluções para se determinar a oclusão final em planejamentos virtuais para cirurgia ortognática. Alguns softwares como o Dolphin Imaging apresentam uma ferramenta denominada mapa de cores (*color map*). Essa ferramenta utiliza um oclusograma com cores diferentes para apresentar o contato entre as superfícies dentárias dos modelos da maxila e mandíbula atribuindo cores com espectro do verde ao vermelho, sendo o verde o contato inicial e o vermelho o trespasse entre as superfícies.

Para que fossem testadas as hipóteses e atingidos os objetivos específicos dessa pesquisa, foi proposto um método para verificação do posicionamento das arcadas dentárias nos grupos A e B. O posicionamento da maxila foi apenas repetido

em ambos os planejamentos pois não era objeto da pesquisa e sim o posicionamento final da arcada mandibular em relação a maxilar, gerando assim uma oclusão virtual para ambos os grupos.

Na pesquisa foi utilizada essa ferramenta de oclusograma do software Dolphin Imaging para determinação da oclusão. Os critérios para determinação da oclusão foram clínicos e incluíram adequada relação entre caninos, relação entre molares, controle de *overjet* e *overbite* e linha média até que fosse obtida a maior área de contato possível entre os dentes, sem que o trespasse da superfície dos modelos ultrapassasse 0,5 mm. Esse trespasse foi permitido em ambos os grupos para compensar pequenas alterações na sobreposição dos modelos na tomografia. Tal permissão encontra respaldo em Liu et al¹ que afirmam ser aceitável em casos de cirurgia uma acurácia de até 1mm, podendo ser, no entanto, desastrosa em casos de próteses. Já Ritto et al² consideram como aceitável um erro de até 2 mm em cirurgias ortognáticas.

Um único cirurgião, experiente na ferramenta de planejamento virtual foi o avaliador para todos os casos. Essa opção se deu para dirimir o viés de experiências diferentes na determinação da oclusão final ou dificuldades em manipulação do software. O resultado de ICC 0,845 demonstra que houve confiabilidade nas medidas.

Assim como Ye et al¹¹, foram utilizadas as coordenadas centroide para verificação da diferença de posicionamento dos modelos inferiores nos grupos A e B. As coordenadas foram determinadas de acordo com o protocolo estabelecido por Hsu et al⁶. Os autores adotaram a premissa de que 3 pontos são suficientes para definir o posicionamento tridimensional de um objeto. Os 3 pontos foram definidos de forma que adotassem a figura de um triângulo, sendo o ponto mais anterior localizado entre os incisivos centrais e os demais pontos localizados nas cúspides mesio-vestibulares dos primeiros molares inferiores direito e esquerdo. Na pesquisa, os pontos ou coordenadas foram obtidos durante o planejamento dos casos através da definição de *landmarks* no software Dolphin Imaging.

A Figura 2 apresenta a coordenada y para os deslocamentos ântero-posteriores, a coordenada x para os deslocamentos latero-laterais e a coordenada z os deslocamentos supero-inferiores. Observa-se que as medidas referentes à linha média foram as que menos sofreram alterações, o que mostra que ambos os métodos são similares para obtenção de uma linha média adequada. O mesmo pode-se dizer em relação ao eixo z, em que a mediana das diferenças não se apresentou de forma significativa. Entretanto, demonstrou diferença estatística para os deslocamentos ântero-posteriores (eixo y). Esse é um dado importante, pois demonstra que a definição da oclusão final por algum dos métodos, embute erros de posicionamento que afetam o *overjet*.

Discutindo os valores apresentados nos Quadros 1, 2 e 3, o Quadro 1 demonstra os valores totais para o centroide. No Quadro 2 observa-se dados da média e mediana para os eixos como um todo em ambos os grupos. Os dados conjugados permitem dizer que a relação látero-lateral de molares e a linha média entre incisivos (eixo x) não apresenta diferenças estatísticas, levando-se em consideração o desvio-padrão. O mesmo ocorre com as relações verticais ou de sobreposição dos modelos que foi fixa em 0,5mm. Não houve diferença estatística nos valores para média e mediana e pode-se dizer que, no todo, a referência de 0,5mm de sobreposição não representa desvios de posicionamento verticais, não interferindo no resultado final do *overbite* da oclusão. Isto é, o *overbite* definido na oclusão de ambos os grupos terá uma interferência na oclusão final de no máximo de 0,5mm. Pensando, do ponto de vista clínico, não apresenta relevância.

Entretanto, os dados conjuntos demonstram uma diferença significativamente estatística para o posicionamento ântero-posterior (eixo y). O que permite dizer que há uma diferença no *overjet* final para os dados agrupados. Esses dados estão de acordo com o descrito por Ye et al¹¹.

Na busca de identificar qual dos Grupos, A ou B, interferem significativamente no eixo y, foi apresentado o Quadro 3 que apresenta os dados médios e desvio-padrão das medidas de forma individualizada. Observa-se que os valores médios e o desvio padrão para todas as coordenadas foram menores para o Grupo B. Como pode-se

observar no eixo x, o Grupo A com valor 0,271(1,861) e Grupo B 0,021 (1,388). Esses dados não expressaram significância estatística, mas permitem dizer que há uma tendência de maior acurácia no Grupo B. Levando em consideração dados clínicos que a partir de 2mm há risco de comprometimento do posicionamento da linha média e dos molares, o Grupo B tende a ser mais acurado.

Já Hsu et al⁶ chamam a atenção na sua pesquisa para a média da diferença do posicionamento da linha média de 0,9 mm. Esses dados, apesar de maior nominalmente quando comparado à nossa pesquisa, comparam os planejamentos virtuais à execução cirúrgica. Na nossa pesquisa foram comparados os posicionamentos dos arcos inferiores através de técnicas diferentes.

Por estar intimamente relacionado à estética, o fato de termos obtido uma menor diferença no posicionamento do eixo x (linha média) torna-se um fator positivo quando analisamos os resultados. Além disso, a menor alteração referente a esse eixo pressupõe uma menor possibilidade de alterações condilares devido à menor interferência nos posicionamentos laterais dos ramos mandibulares.

Em relação ao eixo z, o Grupo A com valor 1,529(2,950) e Grupo B 0,686 (2,765) também não mostram significância estatística, mas repete-se uma tendência de maior acurácia no Grupo B. Sabendo-se que o posicionamento vertical interfere no *overbite* final da oclusão, os desvios-padrão apresentados para o Grupo A e Grupo B demonstram que, neste eixo, o preparo ortodôntico com nivelamento dos arcos é essencial para a adequada oclusão pós-operatória. Na amostra deste estudo, todos os pacientes foram submetidos a tratamento ortodôntico pré-operatório e mesmo assim observou-se importante repercussão clínica em ambos os grupos do ponto de vista vertical, embora não significante estatisticamente.

Em relação ao eixo y foram apresentados para o Grupo A valor de 3,505(4,808) e para o Grupo B, 2,034 (4,706). Houve para este eixo significância estatística de maior acurácia no Grupo B, sendo os valores médios responsáveis pela significância sem interferência do desvio-padrão, que apresentou valores muito próximos. A importância destes dados interfere diretamente no *overjet* da oclusão final. Neste eixo,

o planejamento virtual com o uso de modelos das arcadas de forma virtual, mostra-se mais acurado devido a possibilidade de ajuste dos contatos oclusais com as ferramentas do Dolphin Imaging. Ao definir uma oclusão em modelos de gesso manipulados e fixos com cera e posteriormente escaneados aumenta-se o erro de posicionamento do *overjet* da oclusão final.

O método proposto pelos autores conseguiu mostrar, através de um resultado quantitativo, a diferença entre o posicionamento dos modelos quando comparadas a oclusão final convencional com a oclusão final virtual. Pode-se concluir que os dois métodos de posicionamento dos modelos mostram resultados estatisticamente diferentes somente no eixo y. Em um outro trabalho, ainda a ser publicado, os autores apresentam a avaliação qualitativa da OFV através de mapas de cores.

Os sistemas de planejamento virtuais, a despeito da evolução constante e frequente dos últimos anos, ainda apresentam muitas lacunas no que se refere à determinação da oclusão virtual. No entanto, sabendo-se que a definição de uma oclusão estável e confiável é um dos mais importantes passos para determinação do posicionamento da maxila e mandíbula, com base nos resultados, afirma-se que o uso de ferramentas virtuais para definição da oclusão final é acurada e segura do ponto de vista clínico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Liu XJ, Li QQ, Zhang Z, Li TT, Xie Z, Zhang Y. Virtual occlusal definition for orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2016;
2. Ritto FG, Schmitt ARM, Pimentel T, Canellas J V., Medeiros PJ. Comparison of the accuracy of maxillary position between conventional model surgery and virtual surgical planning. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2018;
3. Wrzosek MK, Peacock ZS, Laviv A, Goldwaser BR, Ortiz R, Resnick CM, et al. Comparison of time required for traditional versus virtual orthognathic surgery treatment planning. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. International Association of Oral and Maxillofacial Surgery; 2016;45(9):1065–9.

4. Steinhuber T, Brunold S, 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.* 2018;76:397–407.
5. Gateno J, Xia J, Teichgraeber JF, Rosen A. A new technique for the creation of a computerized composite skull model. *J Oral Maxillofac Surg.* 2003;61(2):222–7.
6. Hsu SS-P, Gateno J, Bell RB, Hirsch DL, Markiewicz MR, Teichgraeber JF, et al. Accuracy of a Computer-Aided Surgical Simulation Protocol for Orthognathic Surgery: A Prospective Multicenter Study. *J Oral Maxillofac Surg [Internet]. Elsevier Inc.;* 2012;71(1):128–42.
7. Chang Y, Xia JJ, Gateno J, Xiong Z, Zhou X, Wong STC. An Automatic and Robust Algorithm of Reestablishment of Digital Dental Occlusion. 2017;29(9):1652–63.
8. DeLong R, Ko CC, Anderson GC, Hodges JS, Douglas WH. Comparing maximum intercuspal contacts of virtual dental patients and mounted dental casts. *J Prosthet Dent [Internet].* 2002 Dec [cited 2018 Mar 15];88(6):622–30.
9. Solaberrieta E, Otegi JR, Goicoechea N, Brizuela A, Pradies G. Comparison of a conventional and virtual occlusal record. *J Prosthet Dent [Internet]. Mosby;* 2015 Jul 1 [cited 2018 Mar 15];114(1):92–7.
10. Nadjmi N, Mollemans W, Daelemans A, Van Hemelen G, Schutyser F, Bergé S. Virtual occlusion in planning orthognathic surgical procedures. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010;39(5):457–62.
11. Ye N, Long H, Xue J, Wang S, Yang X, Lai W. Integration accuracy of laser-scanned dental models into maxillofacial cone beam computed tomography images of different voxel sizes with different segmentation threshold settings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2014;



ARTIGO 2

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE OCLUSAL POR SOBREPOSIÇÃO DE MODELOS FÍSICOS E VIRTUAIS POR INTERMÉDIO DE MAPA DE CORES

1^o Alexandre Machado Torres (Torres, AM)

2^o Davani Laturullo Costa (Costa, DL)

3^o Flavio Wellington da Silva Ferraz (Ferraz, FW)

4^o Rogério Belle de Oliveira (de Oliveira, RB)

1 – Aluno do Doutorado em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – Brasil.

2 – Aluno do Doutorado em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – Brasil.

3 – Cirurgião Bucomaxilofacial. São Paulo – Brasil.

4 – Professor do Departamento de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – Brasil.

RESUMO

O sucesso da cirurgia ortognática depende de um cuidadoso exame físico, correto diagnóstico e de um acurado planejamento cirúrgico. O desenvolvimento atual da tecnologia de diagnóstico por imagem tem proporcionado ao planejamento das cirurgias ortognáticas um grande e revolucionário avanço através de plataformas de planejamento virtual.

No entanto, ainda existem alguns passos relacionados ao planejamento virtual que necessitam investigação. Um problema que ainda deve ser estudado é a determinação da oclusão cirúrgica final utilizando-se modelos virtuais. Ainda existe muito receio por parte de cirurgiões bucomaxilofaciais e ortodontistas a respeito da segurança em se estabelecer a oclusão final dos casos cirúrgicos sem a manipulação física dos modelos.

O objetivo do presente estudo foi comparar a área de contato oclusal de modelos físicos em oclusão (Grupo A) e modelos virtuais colocados em oclusão de forma virtual (Grupo B) através do software Dolphin Imaging 11.9v (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, CA, USA). Foi realizada a comparação das áreas de superfícies oclusais de contato através de mapas de cores, utilizando-se o software ImageJ® (Powerful Image Analysis).

Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos A e B. O estudo mostrou que a área de contato oclusal entre os grupos foi semelhante, sendo discretamente maior do grupo B frente ao grupo A.

INTRODUÇÃO

As cirurgias do complexo maxilo-mandibular e mais precisamente, as cirurgias ortognáticas (CO) são um desafio para cirurgiões bucomaxilofaciais. Essa cirurgia é caracterizada como um procedimento estético-funcional para correção de deformidades dentofaciais.¹

De acordo com Ritto et al¹, o sucesso do procedimento cirúrgico não se restringe à técnica cirúrgica empregada, mas também à acurácia do seu planejamento. No entanto, muitos são os problemas que podem estar associados aos métodos de planejamento das cirurgias ortognáticas. Segundo Hsu et al 2012², pequenos erros de planejamento associados a pequenos erros na execução da cirurgia podem gerar resultados significativamente ruins. Os planejamentos virtuais surgiram com o objetivo de minimizar esses problemas.

O desenvolvimento de planejamentos virtuais trouxe para os cirurgiões a capacidade de simular e testar vários planejamentos em computador, trazendo resultados muito mais previsíveis, minimizando assim os erros.³

Zinser et al⁴ enfatizam como uma grande vantagem dos planejamentos virtuais, a possibilidade de simular osteotomias e movimentações cirúrgicas, trazendo mais previsibilidade ao procedimento. Farrel et al⁵, acrescentam que erros são mais facilmente descobertos durante o planejamento cirúrgico quando são utilizados procedimentos virtuais.

Softwares utilizados para gerar réplicas de crânios para estudo são usados desde os anos 80.⁶ No entanto, nos últimos 10 anos, esse tipo de tecnologia tornou-se cada vez mais utilizada devido a vários fatores, dentre eles, a melhora da qualidade de imagens tomográficas e desenvolvimento de softwares e hardwares.⁷

No entanto, o planejamento virtual (PV) ainda passa por alguns problemas. Para Xia et al⁸, a tomografia computadorizada é excelente para a visualização realista

de modelos ósseos. Entretanto, uma desvantagem significativa da tomografia computadorizada é que ela ainda não é capaz de representar com precisão as superfícies dentárias.

Para resolver esse problema, modelos odontológicos digitais precisos podem ser obtidos através da digitalização de modelos dentários físicos. Os modelos dentários digitais podem então ser incorporados a um modelo ósseo computadorizado tridimensional, criando assim um modelo de crânio composto, resolvendo as limitações dos modelos no planejamento.⁹

Para a criação do crânio composto, alguns autores, incluindo Ye et al ¹⁰, defendem que a oclusão final deva ser determinada fisicamente através do escaneamento a laser dos modelos físicos colocados em oclusão, chamada aqui de oclusão final convencional (OFC). Esse escaneamento leva à criação de um arquivo do tipo *.stl* (standard tessellation language). Os modelos, agora virtuais, podem ser então incorporados à tomografia computadorizada.

As tecnologias digitais têm alterado muitos procedimentos em odontologia.¹¹ Essas alterações têm redefinido vários procedimentos laboratoriais. Um desses procedimentos redefinidos é a determinação do registro da oclusão final através de manipulação virtual dos modelos digitalizados, chamado aqui de oclusão final virtual (OFV).¹²

Além da melhora no resultado da OFV em relação à OFC, segundo Steinhuber et al ¹³, o uso de ferramentas virtuais, incluindo a determinação da oclusão, mostra-se mais rápido de ser executado quando comparado com processos tradicionais de planejamento. Além disso, segundo os autores, o processo virtual traz uma quantidade de informações ao cirurgião muito maior que o procedimento tradicional.

Para Resnick et al⁶, além da economia de tempo obtida pelo planejamento virtual de cirurgias ortognáticas, devemos considerar também uma significativa redução de custos do planejamento virtual quando comparado ao planejamento

tradicional, ainda mais quando o planejamento é inteiramente virtual, sem etapas laboratoriais.

Já para Krahenbuhl et al¹⁴, a imprecisão na determinação do contato oclusal de modelos virtuais aumenta a quantidade de ajuste oclusal necessários durante o procedimento cirúrgico. Além disso, para implementação de novas tecnologias, deve-se sempre levar em conta fatores como custo, capacidade de gerenciamento, precisão e consumo de tempo.¹⁵

Alguns pesquisadores têm se concentrado na comparação entre OFC e OFV.^{13,16} DeLong et al¹⁷ compararam a oclusão obtida através do escaneamento de modelos físicos em máxima intercuspidação com a máxima intercuspidação obtida virtualmente através de software denominado *Virtual Dental Patient*. Os resultados obtidos mostraram que ambos os métodos apresentaram resultados similares, sendo acurados para obtenção da máxima intercuspidação. Já Solaberrieta et al¹⁶, após a análise da oclusão obtida em diferentes softwares, concluíram que a oclusão virtual é mais precisa que a oclusão física.

Diante das dúvidas existentes na literatura a respeito da obtenção da oclusão final por meios virtuais, essa pesquisa tem o objetivo de comparar a área de contato oclusal de modelos físicos em oclusão e modelos virtuais levados em oclusão por meio do software de planejamento cirúrgico e de manipulação de imagens.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo segue as normativas da Resolução 466/12 e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS número: 04256518.1.0000.5336. Foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Para o estudo foi utilizada uma amostra de conveniência de 30 conjuntos de modelos de trabalho (maxila e mandíbula) obtidos por moldagem com alginato e vazados em gesso especial tipo IV.

Após o estabelecimento da oclusão final por meio de manipulação física, os modelos em gesso foram fixados com cera e escaneados em escâner de bancada 3Shape Trios (3Shape A/S, Copenhague, Dinamarca). O escaneamento permitiu a obtenção de arquivos *.stl* em oclusão final – Grupo A. Para o planejamento desse grupo, os arquivos contendo modelos virtuais da maxila foram importados para o software Dolphin Imaging e através da ferramenta chamada *Pigback* foram sobrepostos nas imagens tomográficas da maxila. Já as imagens tomográficas da mandíbula foram sobrepostas nos arquivos virtuais dos modelos da mandíbula escaneados. Como os arquivos da maxila e mandíbula foram escaneados em oclusão, todo o conjunto maxila e mandíbula foi levado a seu posicionamento final de planejamento. Assim, foi reproduzida a posição de oclusão final estabelecida através da manipulação dos modelos físicos, previamente ao escaneamento. (Anexo B - Figura 1)

Para o grupo B, foram escaneados os modelos da maxila e da mandíbula separadamente, obtendo-se dois arquivos *.stl* isolados. Foi iniciado um novo planejamento para cada um dos 30 pacientes, mantendo-se a posição da maxila e reposicionando-se os modelos inferiores. Nesse grupo, a oclusão final foi obtida de forma totalmente virtual, através da ferramenta denominada mapa de cores do software Dolphin Imaging (Anexo B - Figura 2). Essa ferramenta representa um oclusograma em que as superfícies oclusais dos modelos da maxila e mandíbula, quando em oclusão, são representados por cores que variam do verde ao vermelho, sendo este último a representação do trespasse dos modelos.

A determinação da oclusão final, tanto através da sobreposição de modelos físicos quanto das ferramentas virtuais, foi realizada por um único cirurgião para que não houvesse diferenças de critérios na sua determinação. Foram utilizados parâmetros clínicos para a determinação da oclusão e esses incluíram preocupação com relação entre caninos, relação entre molares, controle de *overjet*, *overbite* e linha

média até que fosse obtida a maior área de contato possível entre as superfícies oclusais dos dentes. Para a determinação da oclusão final, tanto no grupo A quanto do grupo B, foi permitido um trespasse das imagens de até 0,5 mm. (Anexo B – Figuras 3 e 4)

Após a determinação da oclusão final de ambos os grupos, os mapas de cores foram salvos em formato *.jpeg* (*Joint Photographic Experts Group*) para posterior comparação da superfície oclusal de contato dos grupos A e B. Para comparação foi utilizado o Software ImageJ® (*Powerful Image Analysis*). Esse software de manipulação de imagens permitiu que de toda a superfície oclusal fosse demarcada, sendo então isolada apenas as áreas de contato, representadas pelos espectros de cores de verde a vermelho, através da ferramenta *color threshold*. Individualizadas apenas as superfícies de contato, utilizamos a ferramenta *measure* para estimarmos, em *pixels*, as áreas de contato oclusal para comparação.

Os dados foram tabulados no software Excel (Microsoft Corp, Redmond, WA) e analisados estatisticamente através do método *t* Pareado.

Antes de iniciar a coleta formal dos dados, um teste piloto foi empregado utilizando-se 5 conjuntos de casos escolhidos de forma aleatória. Os planejamentos foram realizados conforme descrito anteriormente e o operador foi testado para as medidas de contatos dentários pelo teste *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC) em dois momentos distintos, com diferença de 15 dias entre as medidas. Foi obtida uma correlação das medidas de 0,805. Diante do resultado, o teste foi considerado adequado e prosseguiu-se ao estudo.

RESULTADOS

A análise da superfície de contato oclusal dos 30 conjuntos de modelos está representado na *Quadro 1* e relaciona os pacientes avaliados às respectivas áreas de contato oclusal em *pixels* comparando a OFC e a OFV obtidas.

O *Quadro 2* representa a estatística descritiva da superfície de contato mensurada em cada um dos grupos. Observa-se que o valor da média da área em *pixels* foi discretamente maior no grupo A e em contrapartida o valor da mediana, ligeiramente maior no grupo B. Esses resultados, demonstrados em gráficos do tipo *box-plot* (Gráfico 1), não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos A e B. O grupo B, representado pela determinação da OFV, apresentou valores superiores para os contatos de superfície oclusal mensurada, entretanto, sem diferença estatística.

Verifica-se através da análise estatística que o resultado de *p-valor 0,3736*, demonstrou que não houve diferença significativa entre os grupos A e B para os valores das áreas oclusais em *pixels*.

	OFC		OFV		OFC		OFV
1	470		1622	16	2078		2657
2	23407		24687	17	1429		1036
3	2307		1568	18	2299		3210
4	2798		3512	19	1878		1970
5	3071		2263	20	2335		2261
6	1278		1488	21	2952		2346
7	459		950	22	419		2943
8	1240		1301	23	371		955
9	2054		3332	24	4002		4322
10	2512		2763	25	9336		4460
11	2345		2343	26	12365		13011
12	2222		2273	27	22410		18623
13	828		979	28	45144		36493
14	4607		4644	29	7879		5710
15	1417		1622	30	1130		1231

Quadro 1 – Área de superfície oclusal dos grupos referentes à OFC e OFV

Método	Média	Desvio Padrão	Mínimo	1° Quartil	Mediana	3° Quartil	Máximo
OFC	5568,067	9428,718	371	1312,75	2303	3769,25	45144
OFV	5219,167	7959,377	950	1581,5	2344,5	4119,5	36493

Quadro 2 – Estatística descritiva das superfícies de contato

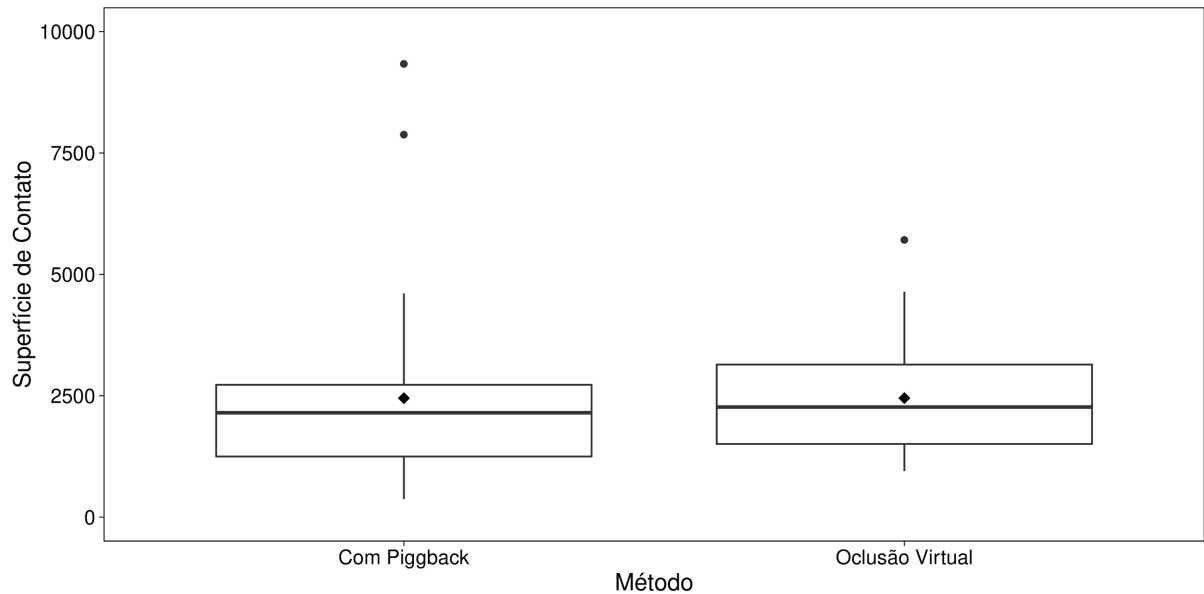


Gráfico 1 – Gráfico representando o box-plot da diferença entre os valores mensurados por cada método.

DISCUSSÃO

Existem na literatura várias pesquisas comparando os resultados cirúrgicos obtidos por cirurgias realizadas através de planejamentos virtuais e convencionais.^{1,15} No início da década de 1990, Ellis III¹⁸ já apresentava resultados mostrando que os planejamentos de cirurgias ortognáticas realizadas por intermédio de cirurgias de modelos de gesso podiam apresentar problemas.

Em consequência da presença de erros nesses processos, nas últimas décadas têm se evidenciado a importância do PV na cirurgia ortognática e consequentemente, o número de pesquisas a respeito do assunto tem crescido consideravelmente.¹⁹ No entanto, a execução dos planejamentos virtuais e as pesquisas relacionadas ao tema são bastante desafiadoras pois combinam conhecimento clínico, imagens tomográficas, recursos de computação gráfica, além de softwares e hardwares muitas vezes caros e difíceis de se manipular.

Dentre as maiores incertezas dos cirurgiões em relação ao planejamento virtual está a determinação da oclusão de forma virtual.¹⁹ Por isso, muitos cirurgiões continuam mantendo a escolha da oclusão final através da manipulação de modelos físicos e posterior escaneamento dos mesmos fixos em posição final.

Pesquisadores como, Solaberrieta et al¹⁶, apresentaram métodos com o objetivo de determinar a OFV. No entanto, a maioria das pesquisas envolve softwares diferentes do utilizado para o planejamento da CO para se determinar a oclusão. Isso torna o planejamento mais trabalhoso e mais oneroso.

Wrzosek et al²⁰ avaliaram o tempo e o custo necessário para realização dos planejamentos físicos e virtuais. Eles chegaram à conclusão que os planejamentos virtuais apresentam um menor custo e requerem um menor tempo de trabalho quando comparados aos convencionais. No mesmo ano, Resnick et al⁶ chegaram à mesma conclusão em estudo semelhante.

Nesta pesquisa, analisou-se apenas a determinação da oclusão, sem levar em consideração o tempo e o custo do processo. Diante disso, não é possível concluir que a determinação da oclusão virtualmente seja mais rápida e com menores custos que o método convencional. Tal fato justificaria pesquisas futuras a respeito do assunto para comprovar a economia de tempo e custo, além de ser mais um incentivo a cirurgiões utilizarem o processo de planejamento inteiramente virtual, sem a necessidade de modelos físicos.

Sendo mais específico em relação à acurácia da OFV comparada à OFC, objetivo dessa pesquisa, observa-se que existem poucos trabalhos que correlacionem esses resultados às cirurgias ortognáticas. A maioria dos trabalhos menciona a determinação da oclusão virtual com finalidade inespecífica no âmbito da odontologia.^{12,17} No entanto, reconhece-se que a acurácia precisa ser tratada e interpretada de forma diferente em casos de planejamentos cirúrgicos e procedimentos protéticos, por exemplo. Liu et al²¹ afirmam ainda que a maioria dos estudos se baseia em oclusão normal. Entretanto, oclusão de pacientes portadores

de deformidades dentofaciais podem apresentar mais instabilidade devido às compensações ortodônticas.

Existe uma tendência na literatura em demonstrar a utilização do escaneamento das arcadas dentárias de forma intra-bucal em comparações aos modelos físicos colocados em oclusão e escaneados.²²

Para alguns pesquisadores, o escaneamento dos arcos dentários completos na boca do paciente é menos preciso que o escaneamento de segmentos menores da boca ou que o escaneamento de modelos.^{18,20} Segundo Solaberrieta et al¹⁶, o escaneamento da boca é preciso em áreas de até aproximadamente 15 mm². Para eliminar as possíveis alterações e dúvidas provenientes do escaneamento da boca, nessa pesquisa, utilizou-se o escaneamento de modelos com escâneres de bancada. Foi utilizado o modelo 3Shape Trios (3Shape A/S, Copenhague, Dinamarca).

Utilizou-se uma ferramenta baseada no oclusograma do software Dolphin Imaging para determinação da oclusão final. Os resultados demonstraram, no Quadro 2, que as médias das áreas em *pixels* não apresentaram resultados estatisticamente significativos entre os grupos.

O Grupo OFC apresentou área mediana de 2303 *pixels* e o Grupo OFV de 2344 *pixels*. As medianas das áreas de contato foram similares, mas observou-se que para o Grupo OFC, a média em *pixels* foi ligeiramente maior, 5568 *pixels* com um valor mínimo de 371 até o valor máximo de 45144 *pixels*. Para o Grupo OFV a média foi de 5219 *pixels*, com desvio-padrão de 950 até 36493 *pixels*. O dado a ser esclarecido é a variação do desvio-padrão nos dois grupos. Para o Grupo OFC há uma maior dispersão de área e para o Grupo OFV, menor, o que demonstra que em um nível máximo de trespasses dos modelos, fixo em 0,5mm no oclusograma do Dolphin Imaging, o Grupo OFC apresenta maior quantidade de pontos que ultrapassam esse limite, o que implica em necessidade de ajustes de contatos oclusais do ponto de vista clínico ou maior instabilidade oclusal por contatos prematuros nas superfícies oclusais e incisais. Em relação ao Grupo OFV, desvio-padrão com valores de 950 até 36493 *pixels*, a variação da área de contato foi menor, embora, ressaltando que não houve

diferença estatística para os grupos e que a mediana mostrou valores próximos com diferença de 41 *pixels*. A implicação direta para o Grupo OFV é que a ferramenta de movimentação do software, com o auxílio de posicionamento dos contatos e o oclusograma, permite uma distribuição de pontos de contato mais próxima dos parâmetros clínicos para um trespasse de 0,5 mm.

Esta afirmação encontra sustentação no Gráfico 1, onde a superfície de contato é demonstrada na forma gráfica de *box-plot*. Observa-se dois fatores importantes para ambos os grupos. No Grupo OFC (*Piggback*), a porção superior do *box* está próxima da marcação de 2500 *pixels*, o losango interno ao *box* está deslocado acima, a barra central do *box* também está deslocada para a porção superior. Traduzindo estas informações, os dados mostram que há menor uniformidade na distribuição dos pontos de contato e que eles têm uma tendência de localização maior de trespasse. Já para o Grupo OFV (oclusão virtual), a porção superior do *box* está acima da marcação de 2500 *pixels*, o losango interno ao *box* está logo acima da barra central, e a barra central do *box* também está centralizada. Novamente, traduzindo estas informações, os dados mostram que há maior uniformidade na distribuição dos pontos de contato e que eles têm uma tendência menor de trespasse. Do ponto de vista clínico, o ajuste da oclusão final é realizado com menor tendência de contatos prematuros no Grupo OFV do que no Grupo OFC.

Deve-se também ressaltar que o trespasse de 0,5 mm foi permitido em ambos os grupos para compensar pequenas alterações na sobreposição dos modelos na tomografia. Essa permissão encontra respaldo em Liu et al²¹ que afirmam ser aceitável em casos de cirurgia uma acurácia de até 1mm. Já Ritto et al¹ consideram como aceitável um erro de até 2 mm em cirurgias ortognáticas. O limite de trespasse de 0,5 mm foi utilizado nessa pesquisa como um fator de ajuste para busca de uma maior acurácia na oclusão final.

Permitiu-se admitir, conforme demonstrado em gráfico do tipo *box-plot*, que apesar de não apresentar diferença estatisticamente significativa entre os grupos OFC e OFV, o segundo grupo apresentou um valor mediano maior que o grupo A. Portanto, existe evidência de que a superfície obtida e mensurada pelo método virtual foi maior.

Estudos mais detalhados e com uma amostra maior de casos talvez nos permita inferir resultados estatisticamente significantes.

Assim como em nosso estudo, Nadjmi et al²³ validaram uma ferramenta para obtenção da oclusão virtual. Os mecanismos utilizados nessa pesquisa basearam-se em um software que permitiu um ajuste semiautomático da oclusão através de parâmetros bem estabelecidos. Os resultados obtidos mostraram que a variação média entre as definições de oclusão física e virtual foi de 0,60 mm. Apesar do presente estudo de validação ter utilizado apenas 11 pacientes, concluiu-se que o software pesquisado pode ser utilizado para determinação da oclusão virtual pois não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos analisados.

Finalmente, os resultados dessa pesquisa permitem concluir que a obtenção da oclusão pelo método apresentados nos Grupos OFC e OFV, não apresentam resultados estatisticamente diferentes, o que permite afirmar que ambos os grupos são confiáveis e seguros para obtenção da oclusão final. As análises das superfícies de contato foram semelhantes entre os métodos, atribuindo confiabilidade ao processo inteiramente virtual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ritto FG, Schmitt ARM, Pimentel T, Canellas J V., Medeiros PJ. Comparison of the accuracy of maxillary position between conventional model surgery and virtual surgical planning. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2018;
2. Hsu SS-P, Gateno J, Bell RB, Hirsch DL, Markiewicz MR, Teichgraeber JF, et al. Accuracy of a Computer-Aided Surgical Simulation Protocol for Orthognathic Surgery: A Prospective Multicenter Study. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. Elsevier Inc.; 2012;71(1):128–42.
3. Li B, Shen S, Jiang W, Li J, Jiang T, Xia JJ, et al. A new approach of splint-less orthognathic surgery using a personalized orthognathic surgical guide system: A preliminary study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2017;
4. 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):2151.e1-2151.e21.

5. Farrell BB, Franco PB, Tucker MR. Virtual surgical planning in orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* [Internet]. Elsevier Inc; 2014;26(4):459–73.
6. 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;
7. Hammoudeh JA, Howell LK, Boutros S, Scott MA, Urata MM. Current Status of Surgical Planning for Orthognathic Surgery: Traditional Methods versus 3D Surgical Planning. *Plast Reconstr surgery Glob open* [Internet]. 2015;3(2):e307.
8. Gateno J, Xia J, Teichgraeber JF, Rosen A. A new technique for the creation of a computerized composite skull model. *J Oral Maxillofac Surg*. 2003;61(2):222–7.
9. Xia JJ, Shevchenko L, Gateno J, Teichgraeber JF, Taylor TD, Lasky RE, et al. Outcome study of computer-aided surgical simulation in the treatment of patients with craniomaxillofacial deformities. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. Elsevier Inc.; 2011;69(7):2014–24.
10. Ye N, Long H, Xue J, Wang S, Yang X, Lai W. Integration accuracy of laser-scanned dental models into maxillofacial cone beam computed tomography images of different voxel sizes with different segmentation threshold settings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2014;
11. Santos RMG dos, De Martino JM, Passeri LA, Attux RR de F, Haiter Neto F. Automatic repositioning of jaw segments for three-dimensional virtual treatment planning of orthognathic surgery. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2017;45(9):1399–407.
12. Solaberrieta E, Otegi JR, Goicoechea N, Brizuela A, Pradies G. Comparison of a conventional and virtual occlusal record. *J Prosthet Dent* [Internet]. Mosby; 2015 Jul 1 [cited 2018 Mar 15];114(1):92–7.
13. Steinhuber T, Brunold S, 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*. 2018;76:397–407.
14. Krahenbuhl JT, Cho S-H, Irelan J, Bansal NK. Accuracy and precision of occlusal contacts of stereolithographic casts mounted by digital interocclusal registrations. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2016 Aug [cited 2018 Mar 15];116(2):231–6.
15. Solaberrieta E, Mínguez R, Barrenetxea L, Otegi JR, Szentpétery A. Comparison of the accuracy of a 3-dimensional virtual method and the conventional method for transferring the maxillary cast to a virtual articulator. *J Prosthet Dent* [Internet]. Mosby; 2015 Mar 1 [cited 2018 Mar 15];113(3):191–7.
16. Solaberrieta E, Arias A, Brizuela A, Garikano X, Pradies G. Determining the

- requirements, section quantity, and dimension of the virtual occlusal record. *J Prosthet Dent* [Internet]. Mosby; 2016 Jan 1 [cited 2018 Mar 15];115(1):52–6.
17. DeLong R, Ko CC, Anderson GC, Hodges JS, Douglas WH. Comparing maximum intercuspal contacts of virtual dental patients and mounted dental casts. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2002 Dec [cited 2018 Mar 15];88(6):622–30.
 18. Ellis III E. Accuracy of Model Surgery : *J Oral Maxillofac Surg*. 1990;(48):1161–7.
 19. Barbenel JC, Paul PE, Khambay BS, Walker FS, Moos KF, Ayoub AF. Errors in orthognathic surgery planning: The effect of inaccurate study model orientation. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. International Association of Oral and Maxillofacial Surgery; 2010;39(11):1103–8.
 20. Wrzosek MK, Peacock ZS, Laviv A, Goldwasser BR, Ortiz R, Resnick CM, et al. Comparison of time required for traditional versus virtual orthognathic surgery treatment planning. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. International Association of Oral and Maxillofacial Surgery; 2016;45(9):1065–9.
 21. Liu XJ, Li QQ, Zhang Z, Li TT, Xie Z, Zhang Y. Virtual occlusal definition for orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2016;
 22. Hass Júnior, OL; Guijarro-Martinez, R; Gil, APS; Meireles, LS; de Oliveira, RB; Hernandez-Alfaro F. Stability and surgical complications in segmental Le Fort I osteotomy: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2017;46:1071–87.
 23. Nadjmi N, Mollemans W, Daelemans A, Van Hemelen G, Schutyser F, Bergé S. Virtual occlusion in planning orthognathic surgical procedures. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2010;39(5):457–62.



DISCUSSÃO GERAL

O planejamento da cirurgia ortognática é uma das etapas mais importantes do tratamento de deformidades dentofaciais. O resultado de todo o trabalho proveniente da cirurgia depende fundamentalmente dessa etapa. Alguns autores como Barbenel et al²³ afirmam que os resultados das cirurgias podem ser totalmente diferentes do esperado caso ocorram erros nas etapas de planejamento. Em reação a esta afirmação, está proposta a relevância, cada vez maior, das pesquisas envolvendo o planejamento virtual.

Nas últimas décadas tem se evidenciado a importância do planejamento virtual na cirurgia ortognática e conseqüentemente, o número de pesquisas a respeito do assunto tem aumentado. No entanto, a execução dos planejamentos virtuais e as pesquisas relacionadas ao tema são desafiadoras, pois combinam conhecimento clínico, imagens médicas, recursos de computação gráfica, além de softwares e hardwares muitas vezes caros e difíceis de se manipular.

Dentre as maiores incertezas dos cirurgiões em relação ao PV está a determinação da oclusão final de forma virtual. Por isso, muitos cirurgiões continuam mantendo a escolha da oclusão final através da manipulação de modelos físicos e posterior escaneamento do conjunto dos modelos.

Esse processo de planejamento, com modelos físicos, além de mais propenso a erros, parece ser mais trabalhoso e requer um tempo maior para ser executado.

Essas afirmações encontram respaldo em pesquisa realizada por Steinhuber et al⁸. Os pesquisadores analisaram o tempo necessário para realização do planejamento de cirurgia ortognática por meio de método físico ou convencional e compararam ao método virtual. A conclusão foi que independente da cirurgia ser bimaxilar ou monomaxilar, houve redução estatisticamente significativa no tempo de execução favoravelmente ao planejamento virtual. Wrzosek et al⁷, além de realizarem um estudo semelhante avaliando o tempo necessário para realização dos planejamentos, avaliaram também, em uma outra pesquisa, o custo dos planejamentos. Concluíram que os planejamentos virtuais apresentam um menor custo quando comparados aos convencionais. No mesmo ano, Resnick et al¹⁵ chegaram à mesma conclusão em estudo semelhante.

As pesquisas mencionadas analisaram todas as etapas do planejamento para chegar à conclusão de menor custo e tempo relacionados ao planejamento virtual. Na nossa pesquisa, analisamos apenas a determinação da oclusão, sem levar em consideração o tempo e o custo do processo. Diante disso, não é possível concluir que a determinação da OFV seja mais rápida e barata que o método convencional, porém, pode-se inferir que os resultados sejam semelhantes quando comparados oclusão final convencional e oclusão final virtual. Tal fato justificaria pesquisas futuras a respeito do assunto para comprovar a economia de tempo e custo, além de ser mais um incentivo a cirurgiões utilizarem o processo de planejamento inteiramente virtual, sem a necessidade de modelos físicos.

A verificação da precisão da obtenção da oclusão virtual sem modelos físicos também é outra preocupação. Existem inúmeras pesquisas comparando os resultados cirúrgicos obtidos por cirurgias realizadas por meio de planejamentos virtuais e planejamentos convencionais. No início da década de 1990, Ellis III²² já apresentava resultados pouco confiáveis das cirurgias de modelos realizadas em gesso. O autor concluiu que a técnica utilizada para realização da cirurgia de modelos apresentava problemas estatisticamente significativos em relação à acurácia. Vários outros pesquisadores também compararam a acurácia dos movimentos planejados através do planejamento virtual com o executado após a cirurgia. Hsu et al⁴, em um estudo multicêntrico verificando a precisão da cirurgia ortognática, verificaram que as

diferenças entre os movimentos planejados com cirurgia virtual e os executados durante os procedimentos cirúrgicos não foram significativos estatisticamente. Portanto, o planejamento virtual parecia mais confiável que o planejamento convencional mencionado por Ellis III.

Sendo mais específico em relação à precisão da oclusão final virtual, objetivo dessa pesquisa, observa-se que ainda existem poucos trabalhos que correlacionem esses resultados às cirurgias ortognáticas. A maioria dos trabalhos menciona a determinação da oclusão virtual com finalidade inespecífica no âmbito da odontologia.^{1,11} No entanto, a maioria dos pesquisadores reconhece que a acurácia precisa ser interpretada de forma diferente em casos de planejamentos cirúrgicos e procedimentos protéticos, por exemplo. Liu et al⁶ afirmam ainda que a maioria dos estudos se baseiam em oclusão normal. Entretanto, oclusão de pacientes portadores de deformidades dentofaciais podem apresentar mais instabilidade devido às compensações ortodônticas, levando a peculiaridades nos resultados.

De acordo com Nadjmi et al³, ainda existem poucas soluções para se determinar a oclusão final em planejamentos virtuais para cirurgia ortognática. Alguns softwares como o Dolphin Imaging apresentam uma ferramenta denominada mapa de cores. Essa ferramenta utiliza um oclusograma com cores diferentes para apresentar o contato entre as superfícies dentárias dos modelos da maxila e mandíbula atribuindo cores com espectro do verde ao vermelho, sendo o verde o contato inicial e o vermelho o trespasse entre as superfícies.

Nessa pesquisa foi utilizada essa ferramenta de oclusograma do software Dolphin Imaging para determinação da oclusão. Os critérios para determinação da oclusão foram clínicos e permitiram o trespasse da superfície dos modelos até 0,5 mm. Esse trespasse foi permitido em ambos os grupos para compensar pequenas alterações na sobreposição dos modelos na tomografia. (*iggback*).

A utilização do centroide preconizado de acordo com o protocolo estabelecido por Hsu et al⁴, mostr que é possível com 3 pontos a definição do posicionamento tridimensional dos modelos escaneados . Sendo que esta forma de avaliar o

posicionamento das arcadas em relação a estabilidade oclusal permite investigar de forma mais acurada dados clínicos como: *overjet*, *overbite*, linha média e relação lateral entre molares. Outro ponto importante é o uso de mapas de cores do oclusograma para obter a melhor distribuição de pontos de contato entre as arcadas conforme o Artigo 2.

Por estar intimamente relacionado à estética e função, a obtenção de uma menor diferença no posicionamento da coordenada y (*overjet*), torna esse dado um fator positivo do ponto de vista clínico, quando analisa-se os resultados. As demais coordenadas não apresentaram diferenças estatísticas, o que mostra que o uso de planejamento virtual em relação ao o virtual é significativamente mais preciso. Se ambos são similares, propõe-se, com segurança, o uso de ferramentas totalmente virtuais para a obtenção da oclusão final.

Existem vários softwares para se comparar volume ou área referente a imagens. No entanto, alguns apresentam como desvantagem o fato de exigir equipamentos e softwares de alto custo.²⁵ Nessa pesquisa foi utilizado o software Image J, que é de domínio público e não requer dispositivos ou pacotes de software específicos para a aferição das imagens conforme protocolo descrito. O método empregado mostrou-se eficaz para calcular os contatos em *pixels* e permitiu uma avaliação quantitativa dos contatos oclusais em ambos grupos.

Os resultados estatísticos do Artigo 2, referente à superfície de contato oclusal, permitiram demonstrar em gráfico do tipo *box-plot* que, apesar de não apresentar diferença estatisticamente significativa entre os grupos OFC e OFV, o segundo grupo apresentou um valor mais homogêneo. Portanto, existe evidência de que a superfície obtida e mensurada pelo método virtual foi maior, mas não estatisticamente significativa. Talvez estudos com uma amostra maior de casos permitam resultados estatisticamente significantes.

Diante do exposto, os resultados permitem concluir que a obtenção da OFV e OFC, apesar de apresentarem resultados similares de posicionamento e área de contato oclusal, a OFV parece ser confiável e segura para uso clínico. As análises das

superfícies de contato parecem ser semelhantes em ambos os métodos, atribuindo confiabilidade ao processo de obtenção da oclusão inteiramente virtual.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabendo-se que a definição de uma oclusão estável e funcional é um dos mais importantes passos para determinação do posicionamento da maxila e mandíbula, é de suma importância a realização de mais estudos e o desenvolvimento de ferramentas capazes de auxiliar cirurgiões na determinação da oclusão.

Os resultados dessa pesquisa nos permitem admitir que é possível se obter um planejamento da oclusão final de forma virtual utilizando-se esse método proposto. Como não houve diferença entre as áreas de contato obtida através da oclusão final nos dois métodos, pode-se afirmar que o planejamento da oclusão final virtual apresenta resultados confiáveis em relação à obtenção da oclusão final convencional.

Esses dados permitem afirmar que a oclusão final para planejamento de cirurgia ortognática pode ser obtida sem a necessidade de modelos de gesso. Entretanto, os resultados ainda mostram potencial para evolução, principalmente em relação à estabilidade da oclusão.



REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

1. Solaberrieta E, Otegi JR, Goicoechea N, Brizuela A, Pradies G. Comparison of a conventional and virtual occlusal record. *J Prosthet Dent* [Internet]. Mosby; 2015 Jul 1 [cited 2018 Mar 15];114(1):92–7.
2. Ritto FG, Schmitt ARM, Pimentel T, Canellas J V., Medeiros PJ. Comparison of the accuracy of maxillary position between conventional model surgery and virtual surgical planning. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2018;
3. Nadjmi N, Mollemans W, Daelemans A, Van Hemelen G, Schutyser F, Bergé S. Virtual occlusion in planning orthognathic surgical procedures. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2010;39(5):457–62.
4. Hsu SS-P, Gateno J, Bell RB, Hirsch DL, Markiewicz MR, Teichgraeber JF, et al. Accuracy of a Computer-Aided Surgical Simulation Protocol for Orthognathic Surgery: A Prospective Multicenter Study. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. Elsevier Inc.; 2012;71(1):128–42.
5. Ye N, Long H, Xue J, Wang S, Yang X, Lai W. Integration accuracy of laser-scanned dental models into maxillofacial cone beam computed tomography images of different voxel sizes with different segmentation threshold settings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2014;
6. Liu XJ, Li QQ, Zhang Z, Li TT, Xie Z, Zhang Y. Virtual occlusal definition for orthognathic

- surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2016;
7. Wrzosek MK, Peacock ZS, Laviv A, Goldwasser BR, Ortiz R, Resnick CM, et al. Comparison of time required for traditional versus virtual orthognathic surgery treatment planning. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. International Association of Oral and Maxillofacial Surgery; 2016;45(9):1065–9.
 8. Steinhuber T, Brunold S, 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*. 2018;76:397–407.
 9. Gateno J, Xia J, Teichgraeber JF, Rosen A. A new technique for the creation of a computerized composite skull model. *J Oral Maxillofac Surg*. 2003;61(2):222–7.
 10. Chang Y, Xia JJ, Gateno J, Xiong Z, Zhou X, Wong STC. An Automatic and Robust Algorithm of Reestablishment of Digital Dental Occlusion. 2017;29(9):1652–63.
 11. DeLong R, Ko CC, Anderson GC, Hodges JS, Douglas WH. Comparing maximum intercuspatal contacts of virtual dental patients and mounted dental casts. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2002 Dec [cited 2018 Mar 15];88(6):622–30.
 12. Li B, Shen S, Jiang W, Li J, Jiang T, Xia JJ, et al. A new approach of splint-less orthognathic surgery using a personalized orthognathic surgical guide system: A preliminary study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2017;
 13. Zinser MJ, Sailer HF, Ritter L, Braumann B, Maegele M, Zöllner 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):2151.e1-2151.e21.

14. Farrell BB, Franco PB, Tucker MR. Virtual surgical planning in orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* [Internet]. Elsevier Inc; 2014;26(4):459–73.
15. 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;
16. Hammoudeh JA, Howell LK, Boutros S, Scott MA, Urata MM. Current Status of Surgical Planning for Orthognathic Surgery: Traditional Methods versus 3D Surgical Planning. *Plast Reconstr surgery Glob open* [Internet]. 2015;3(2):e307.
17. Xia JJ, Shevchenko L, Gateno J, Teichgraeber JF, Taylor TD, Lasky RE, et al. Outcome study of computer-aided surgical simulation in the treatment of patients with craniomaxillofacial deformities. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. Elsevier Inc.; 2011;69(7):2014–24.
18. Santos RMG dos, De Martino JM, Passeri LA, Attux RR de F, Haiter Neto F. Automatic repositioning of jaw segments for three-dimensional virtual treatment planning of orthognathic surgery. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2017;45(9):1399–407.
19. Krahenbuhl JT, Cho S-H, Irelan J, Bansal NK. Accuracy and precision of occlusal contacts of stereolithographic casts mounted by digital interocclusal registrations. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2016 Aug [cited 2018 Mar 15];116(2):231–6.
20. Solaberrieta E, Mínguez R, Barrenetxea L, Otegi JR, Szentpétery A. Comparison of the accuracy of a 3-dimensional virtual method and the conventional method for transferring the maxillary cast to a virtual articulator. *J Prosthet Dent* [Internet]. Mosby; 2015 Mar 1 [cited 2018 Mar 15];113(3):191–7.
21. Solaberrieta E, Arias A, Brizuela A, Garikano X, Pradies G. Determining the requirements, section quantity, and dimension of the virtual occlusal record. *J Prosthet*

Dent [Internet]. Mosby; 2016 Jan 1 [cited 2018 Mar 15];115(1):52–6.

22. Ellis III E. Accuracy of Model Surgery : J Oral Maxillofac Surg. 1990;(48):1161–7.
23. Barbenel JC, Paul PE, Khambay BS, Walker FS, Moos KF, Ayoub AF. Errors in orthognathic surgery planning: The effect of inaccurate study model orientation. Int J Oral Maxillofac Surg [Internet]. International Association of Oral and Maxillofacial Surgery; 2010;39(11):1103–8.
24. Hass Júnior, OL; Guijarro-Martinez, R; Gil, APS; Meireles, LS; de Oliveira, RB; Hernandez-Alfaro F. Stability and surgical complications in segmental Le Fort I osteotomy: a systematic review. Int J Oral Maxillofac Surg. 2017;46:1071–87.
25. Aragão JA; Souto, ML; Mateus, CR; Menezes LR. Edentulousness in relation to remodeling of the gonial angles and incisures in dentate and edentate mandibles: morphometric study using the Image J software. surg radiol anat. 2014;36(9):889–94.



ANEXOS

Anexo A

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO RIO GRANDE
DO SUL - PUC/RS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Comparação entre oclusão final convencional e virtual em planejamentos de cirurgia ortognática

Pesquisador: Rogério Belle de Oliveira

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 04256518.1.0000.5336

Instituição Proponente: UNIAO BRASILEIRA DE EDUCACAO E ASSISTENCIA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.100.532

Apresentação do Projeto:

Este estudo faz parte de um projeto guarda-chuva, já aprovado pelo CEP-PUCRS em 2014. O estudo é retrospectivo e será realizado por meio de análise de tomografias computadorizadas e modelos de estudo. Os planejamentos cirúrgicos realizados por meio de softwares apresentam a possibilidade de eliminar vários passos laboratoriais, propiciando maior precisão, menor tempo de execução e menor custo. No entanto, a despeito da acurácia dos modelos obtidos de forma virtual, muitos laboratórios de documentações odontológicas e cirurgiões ainda mesclam planejamentos virtuais com modelos obtidos de forma convencional (por material de moldagem e gesso), os quais são posteriormente escaneados e analisados com tomografias e demais exames digitais. Essa mistura entre exames totalmente virtuais e exames convencionais se dá principalmente pela desconfiança dos profissionais em se estabelecer uma oclusão final sem manipular fisicamente os modelos de gesso. O principal benefício desta pesquisa é demonstrar que no planejamento de cirurgias ortognáticas, a oclusão final, obtida por escaneamento intra-bucal, é precisa e assim várias etapas de trabalho laboratorial podem ser suprimidas da prática clínica.

Objetivo da Pesquisa:

- O objetivo dessa pesquisa é comparar em planejamento de cirurgias ortognáticas, a oclusão

Continuação do Parecer: 3.100.532

final, obtida virtualmente, com a oclusão final, obtida por meio de modelos escaneados.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

- Os riscos são mínimos, pois o estudo é retrospectivo e não haverá novas coletas de amostra, nem novas tomografias.

Benefícios:

- O principal benefício desta pesquisa é demonstrar que no planejamento de cirurgias ortognáticas, a oclusão final, obtida por escaneamento intra-bucal, é precisa e assim várias etapas de trabalho laboratorial podem ser suprimidas da prática clínica.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um estudo clínico retrospectivo em conjuntos de dados, modelos de estudo e tomografias computadorizadas cone beam de pacientes com deformidades faciais. A amostra foi obtida em estudo prévio já aprovado pelo CEP-PUCRS aplicando nova metodologia para investigação de obtenção de oclusão final de forma virtual ou por moldagens escaneadas em software tridimensional Dolphin Imaging System 11.9v.

Serão utilizados 40 conjuntos de tomografias e modelos dentários de pacientes submetidos a cirurgia ortognática entre 2014 e 2017. O estudo pode determinar a possibilidade de se realizar o planejamento cirúrgico virtual em ortognáticas, sem a necessidade de etapas laboratoriais. Após o estudo, pode ser possível eliminar a etapa de moldagens para planejamento de cirurgias ortognáticas, levando a maior precisão, conforto e economia aos procedimentos cirúrgicos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados.

Recomendações:

Nos documentos apresentados consta que o estudo será realizado de acordo com a resolução 466/10, entretanto a resolução 466 é do ano de 2012 e não do ano de 2010, portanto, a redação deve ser 466/12.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Anexo B

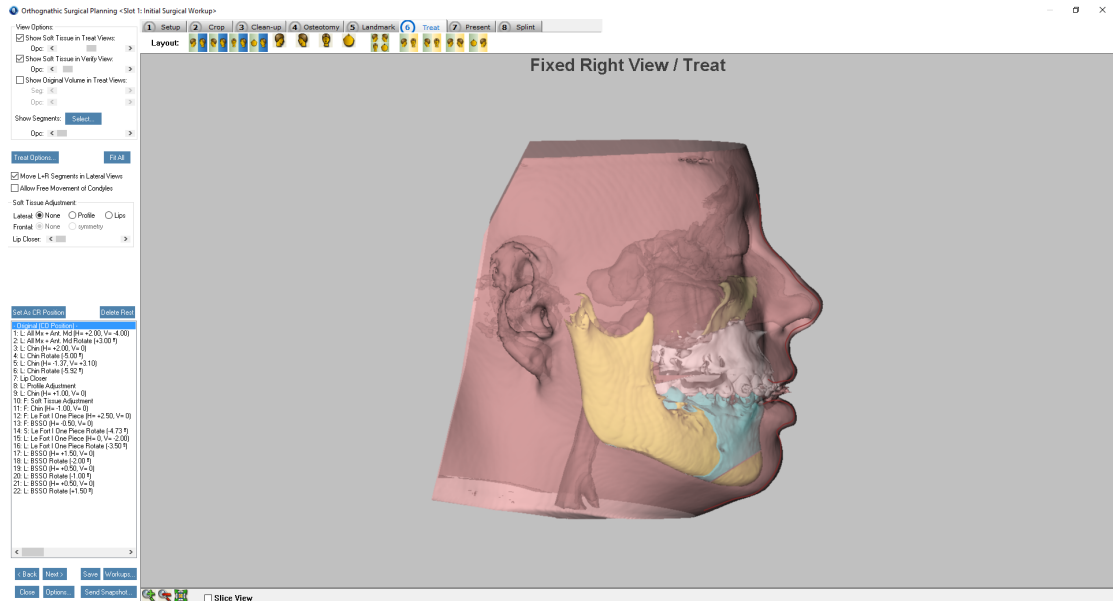


Figura 01- Vista de perfil do Dolphin com o planejamento tomográfico pré-operatório.

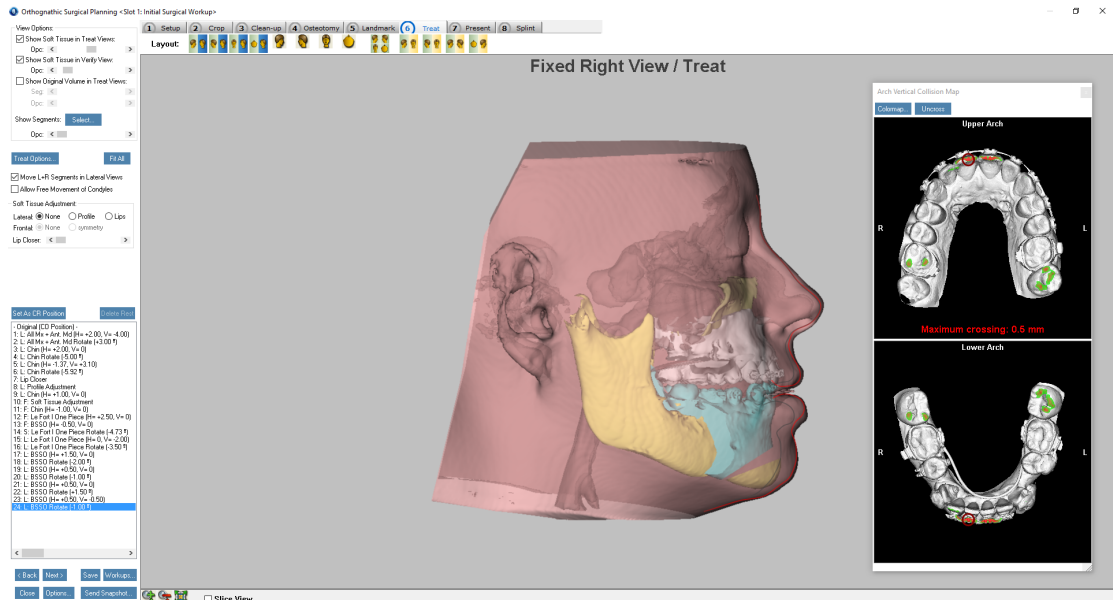


Figura 02- Mapa de cores com os trespasse dos contatos dentários em milímetros e os pontos de contato definidos por cores

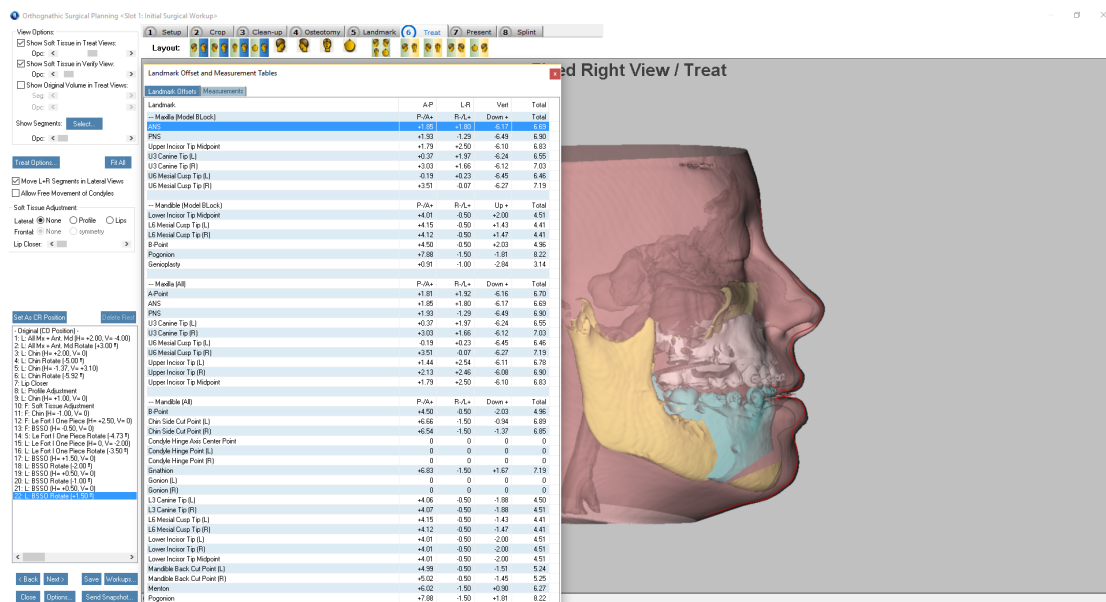


Figura 03- Tabela com os dados dos três planos axiais com as movimentações dentárias.

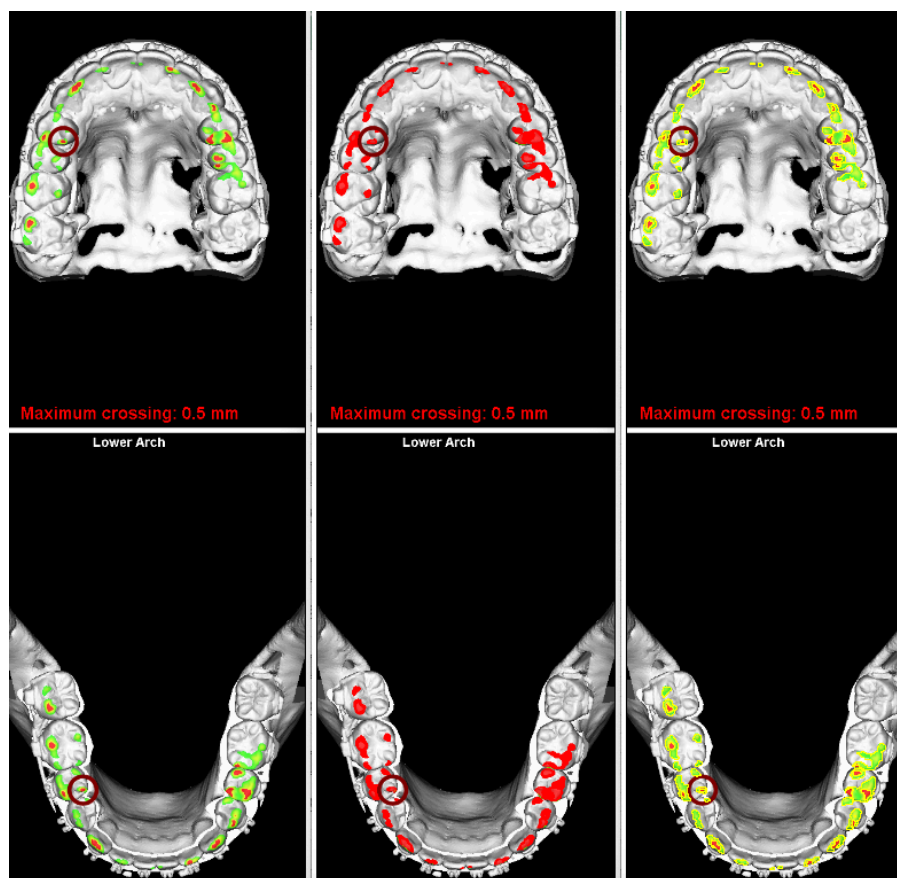


Figura 04- Sequencia de manipulação de imagem para delimitação da área de contato oclusal



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Pró-Reitoria de Graduação
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 1 - 3º. andar
Porto Alegre - RS - Brasil
Fone: (51) 3320-3500 - Fax: (51) 3339-1564
E-mail: prograd@pucrs.br
Site: www.pucrs.br