FABIO YANIKIAN

**Comparação em meio digital entre os eixos transversais horizontais
mandibulares definidos anatomicamente e por axiografia**

São Paulo

2016

FABIO YANIKIAN

**Comparação em meio digital entre os eixos transversais horizontais
mandibulares definidos anatomicamente e por axiografia**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia da Universidade de São
Paulo, pelo Programa de Pós-Graduação
em Ciências Odontológicas para obter o
título de Mestre em Ciências

Área de Concentração: Ortodontia

Orientador: Prof. Dr. João Batista Paiva

São Paulo

2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

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

Yanikian, Fabio.

Comparação em meio digital entre os eixos transversais horizontais mandibulares definidos anatomicamente e por axiografia / Fabio Yanikian ; orientador João Batista de Paiva. -- São Paulo, 2016.

124 p. : fig., tab.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de Concentração: Ortodontia. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida

1. Imagem tridimensional. 2. Eixo transversal horizontal. 3. Registro da relação maxilomandibular. 4. Tomografia computadorizada por raios X. 5. Cirurgia 3D. I. Paiva, João Batista de. II. Título.

Yanikian F. Comparação em meio digital entre os eixos transversais horizontais mandibulares definidos anatomicamente e por axiografia. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em: / /2016

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

À Deus e meu Senhor Jesus Cristo, que tem me sustentado a cada dia, renovando os meus sonhos e minha esperança. A ele toda honra, toda glória e todo louvor.

Aos meus pais, por todo apoio e confiança, e acima de tudo, pelo exemplo de caráter.

À minha Andréa, amor da minha vida, sem você nada disso teria acontecido, obrigado pela inspiração. Te amo.

Aos meus filhos Isabela e Vinícius, motivo do meu viver e razão do meu sorrir.

Aos meus irmãos, Júnior e Cinthia, Felipe e Cris, amigos eternos e companheiros fiéis, obrigado por andarem ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. João Batista de Paiva, pela sua liderança em busca do bem comum desse departamento. Obrigado pela oportunidade de realizar um sonho, pela orientação e apoio.

À Profa. Dra. Solange Mongelli de Fantini, a quem tive o prazer de aprender pelo convívio e amizade. Obrigado pela confiança e acompanhamento durante esses longos anos, principalmente no desenvolvimento e conclusão desse etapa da minha vida, onde a sua atenção foi essencial.

Aos professores, Dr. Jorge Abrão, Dr. José Rino, Dra. Cristiana Dominguez, Dr. André Tortamano, e Dra. Lylian Kanashiro pela dedicação e cuidado com o crescimento da ortodontia em nosso país.

Ao Pof. Dr. Fernando Melhem Elias, pelo apoio e colaboração no desenvolvimento desse estudo.

Ao Prof. Dr. Emílio Carlos Zanatta pela amizade e conselhos técnicos.

Ao Prof Dr. Cláudio Mendes Pannuti, pela auxílio na análise estatística.

Ao meu querido amigo, Prof. Dr. Carlos Ferreira dos Santos, obrigado pelas palavras incentivadoras que ficarão eternamente guardadas.

A minha amiga Dra. Soo Kim Weffort, por todo o apoio técnico, e incentivo nos momentos difíceis.

Ao meu amigo Dr. Flávio Ferraz, pela incansável e fundamental atuação nesse trabalho, muito obrigado.

A todos os estagiários da Clínica de Pesquisa – Filosofia de Roth, em especial Juliana Karine Falciano, por todo o empenho e colaboração.

Aos colegas da pós-graduação, Lilian, Tadeu, Felipe, Patick e Daniele pelo prazer de ter convivido e desfrutado da companhia durante esse período.

Aos colegas do grupo Roth-Williams, Edson Illipronti e Kamila Godoy, pela convivência e alegria de estarmos juntos compartilhando experiências.

Ao meu amigo Rodrigo Vilalba Caniza, pela sua prontidão em me atender, mas acima de tudo por ser quem você sempre foi.

Aos amigos e funcionários da Disciplina de Ortodontia, Viviane, Edina, Marinálva, Edílson e Ronaldo pelo gracioso serviço que prestam aos alunos e professores.

À Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pela oportunidade de participação nas atividades dessa instituição.

A todos que participaram da elaboração, desenvolvimento e conclusão deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

E oro para que vocês tenham raízes e alicerces no amor,
para que assim, junto com todo o povo de Deus,
vocês possam compreender o amor de Cristo
em toda a sua largura, comprimento, altura e profundidade.

Apóstolo Paulo

Ef. 3:17-18

RESUMO

Yanikian F. Comparação em meio digital entre os eixos transversais horizontais mandibulares definidos anatomicamente e por axiografia [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016. Versão Corrigida.

O objetivo deste estudo foi comparar o eixo de rotação verdadeiro com o anatômico em ambiente virtual 3D, e seus efeitos sobre dois pontos anatômicos mandibulares. O eixo verdadeiro foi determinado em 14 indivíduos por meio de axiografia, e transferido para o ambiente virtual por TCFC, e posteriormente determinado anatomicamente, onde foram medidas as distâncias entre ambos. Foram simuladas rotações de 2°, 5° e 8° da mandíbula nos dois eixos, tanto para abertura como fechamento, e quantificadas as diferenças nos pontos da linha média inferior (LMI) e pogônio (Pg). O teste *t* pareado foi utilizado para examinar as diferenças entre as médias nas posições desses pontos ($p < 0,05$). Os eixos verdadeiros localizaram-se dentro de um raio de 5 mm do anatômico em 67,86% da amostra. A distância absoluta média entre os eixos foi de 4,79 mm, enquanto que a vetorial foi de 2,33 no plano horizontal e 3,03 mm no vertical, resultando na direção anteroinferior em 71,43% dos eixos verdadeiros. Houve diferença estatisticamente significativa na posição dos pontos LMI e Pg para todas as magnitudes e direções, entre os eixos. O eixo verdadeiro está localizado na direção anteroinferior em relação ao anatômico. Os efeitos na mandíbula são significantes e diferentes em todas as amplitudes, tanto para abertura como fechamento, porém com possível pequena relevância clínica.

Palavras-chave: Imagem tridimensional. Eixo transversal horizontal. Registro da relação maxilomandibular. Tomografia computadorizada por raios X. Cirurgia 3D

ABSTRACT

Yanikian F. Comparison in 3D environment between the mandibular horizontal transverse axis defined anatomically and through axiography [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016. Versão Corrigida.

The aim of this study was to compare the true hinge axis to the anatomic one in a virtual 3D environment, and also their respective effects on two mandibular anatomic points. The true axis has been determined in 14 individuals by means of axiography, and later transferred to a virtual environment by CBTC, where the anatomical axis was determined, and measured the distances between them. Mandibular rotation of 2°, 5° and 8° in both axes were performed, both for opening and closing, as well as the quantification of the difference found in the points of the lower midline (LM) and pogonion (Pg). Paired *t*-test was used to examine differences between the average values in the position of those points ($p < 0,05$). The true axis was located within a 5mm-radius of the anatomic axis throughout 67.86% of the sample. The average absolute distance between the axes was 4.79 mm, while the vector distance was 2.33 mm in the horizontal plane e 3.03mm in the vertical plane, amounting to an anterior-inferior direction of 71.43% of the true axis. There was significant difference in the position of points LM and Pg to all magnitudes and directions within the axes. The true hinge axis is located in the anterior-inferior direction in relation to the anatomic axis. The effects observed onto the mandible are significant and different in all amplitudes, both for opening and closing positions, however they present small clinical relevance.

Keywords: Orthognathic surgery; 3D virtual simulation; Computer-aided surgical simulation; Three-dimensional image; CBCT; Computed tomography; Hinge Axis; Axiography.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DA LITERATURA	19
3	PROPOSIÇÃO	55
4	MATERIAL E MÉTODOS	57
5	RESULTADOS	74
6	DISCUSSÃO	89
7	CONCLUSÕES	99
	REFERÊNCIAS	101
	APÊNDICES	111
	ANEXOS	121

1 INTRODUÇÃO

Nos planejamentos odontológicos nas áreas de Ortodontia, Prótese e Cirurgia Ortognática, a localização espacial da mandíbula é de vital importância tanto por questões estéticas como funcionais. Em diversas situações, a rotação mandibular nos sentidos horário ou anti-horário é considerada para alcançarem-se os resultados almejados.

Novas tecnologias têm surgido na tentativa de simular as referidas rotações mandibulares, anteriormente realizadas por meio de modelos montados em articulador, especialmente em planejamentos nos campos da prótese e da cirurgia ortognática.

No campo da prótese, esforços têm sido realizados no intuito de desenvolver articuladores virtuais e assim, prescindir dos modelos em gesso montados em articuladores mecânicos.

A simulação virtual do procedimento cirúrgico, assistida por computador, tem buscado soluções mais precisas, tanto na etapa de planejamento como na transferência das informações decorrentes, para o momento cirúrgico.^{1, 2}

Durante o planejamento virtual, com certa frequência, é necessária a rotação mandibular para simular os movimentos verticais da maxila, ou abertura interoclusal, para a construção do guia cirúrgico.³ Para evitar possíveis erros de rotação da mandíbula, uma das alternativas sugeridas em cirurgia envolve a aquisição da imagem de TCFC com um registro intrabucal que promova a abertura suficiente para construir o guia cirúrgico intermediário.³ Outro método sugere a utilização de um guia de posicionamento da maxila apoiado na parede anterior do seio maxilar, acima da osteotomia, para eliminar o guia cirúrgico intermediário e os possíveis erros causados pela rotação da mandíbula.^{4, 5} Destacam haver algumas limitações, como nos casos de segmentação maxilar e de cirurgia unicamente da maxila. Outros autores associaram a esses guias, gabaritos para a osteotomia e perfurações para a instalação de placas de titânio customizadas.⁶⁻¹²

Nos planejamentos virtuais, a busca por maior precisão nas simulações da rotação mandibular, resultou em algumas técnicas que adotaram eixos de rotação definidos de diversas formas. Em algumas, os mesmos foram localizados na superfície superior das cabeças direita e esquerda da mandíbula.^{3, 13} Em outras, os eixos foram definidos no centro da cabeça da mandíbula,^{14, 15} ou posicionados mais para trás e para baixo, em relação a seu centro.¹⁶ Há também, um estudo que utilizou o centro geométrico tridimensional aproximado da cabeça da mandíbula, muito próximo à forma de uma esfera.¹⁷

Considerando-se que a variação anatômica da cabeça da mandíbula entre os indivíduos não permite uma padronização,¹⁸ a individualização do eixo de rotação parece ser a melhor forma de alcançar-se a precisão desejada.

Diante das limitações técnicas observadas até então, o presente estudo estabeleceu inicialmente, um método de transferência para o ambiente virtual dos eixos de rotação verdadeiros definidos por meio de axiografia. Esses são, adotados já, de forma tradicional e consagrada^{19,20,21} para montagem de modelos em articulador.²² Pretendeu-se então, medir possíveis diferenças entre estes eixos, e aqueles localizados nos centros anatômicos das cabeças mandibulares, assim como os efeitos das rotações mandibulares realizadas segundo ambos os eixos estudados, sobre duas referências anatômicas localizadas na mandíbula, com vistas aos planejamentos cirúrgicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O eixo horizontal transversal (EHT) é definido como "uma linha imaginária sobre a qual a mandíbula pode girar no plano sagital",²³ sendo considerado importante o seu registro para o diagnóstico e planejamento das reconstruções protéticas, na odontologia restauradora, assim como na ortodontia e cirurgia ortognática.

A preocupação em localizar o eixo horizontal transversal foi expressa primeiramente por Champion²⁴ em 1905, demonstrando a importância da coincidência deste eixo com o do articulador durante a montagem de modelos em gesso.

Gysi²⁵ demonstrou, realizando experimentos precisos, que a mandíbula, ao realizar pequeno movimento de abertura, permite a localização do eixo de rotação verdadeiro, e ainda ressalta que apenas esse posto deve ser considerado no movimento de abertura do articulador.

Em 1953 foi descrito um método em que a palpação do tecido mole externo foi realizada para localizar a posição das cabeças das mandíbulas, enquanto o paciente realizava os movimentos de abertura e fechamento da boca. Esse mesmo autor descreveu um outro método alinhando uma régua flexível à margem superior do meato acústico externo e ao canto externo do olho. Um ponto dessa linha, a cerca de 13 mm à frente da margem anterior do meato acústico externo, foi definido pelo autor como o eixo de rotação da cabeça da mandíbula.²⁶

No mesmo ano, utilizou-se um método para a determinação do eixo de rotação da cabeça da mandíbula registrando um ponto a 12 mm à frente da margem posterior do ponto mais proeminente do trágus em uma linha que se estende a partir desse ponto ao ângulo lateral do olho. O autor chega à conclusão de que essa técnica pode substituir as localizações do eixo transversal horizontal por meio de técnicas cinemáticas pela sua proximidade e simplicidade.²⁷

Após quatro anos, o eixo transversal horizontal arbitrário foi comparado com o cinemático em 70 estudantes de odontologia. Esses apresentavam oclusão normal e a presença de pelo menos 28 dentes. Papeis adesivos foram colocados sobre a pele, na região da cabeça da mandíbula, bilateralmente, e foi traçada uma linha a partir do centro do trágus até o canto externo do olho, onde o eixo arbitrário foi localizado 13 mm anterior à margem posterior do trágus. Em seguida, localizou-se o eixo cinemático demarcado sobre o mesmo papel adesivo. Círculos concêntricos com raios de 1 até 7 mm foram desenhados em torno do eixo arbitrário como centro. Os autores relataram que 97% a 98% das localizações dos eixos cinemáticos encontraram-se dentro de um raio de 5 mm, e concluíram que o eixo de rotação arbitrário apresentou-se muito próximo ao eixo cinemático, justificando o seu uso para montagens em articulador semi-ajustável. O mesmo pesquisador salienta ser mais importante, a obtenção do registro adequado da relação cêntrica, na dimensão vertical desejada.²⁸

McCollum²⁹ relata não existirem pontos de referência anatômicos externos que indiquem a posição do eixo de abertura e que essa posição não pode ser encontrada pela palpação da articulação temporomandibular ou medição de uma distância em qualquer direção a partir do trágus. O eixo transversal horizontal deve ser determinado experimentalmente ou instrumentalmente.

A variação entre a posição do eixo horizontal transversal verdadeiro e arbitrário foi estudada, e dos 100 pontos de rotação verdadeiros localizados e registrados, 67% foram encontrados entre 5 a 13 mm de distância do ponto arbitrariamente marcado. O centro arbitrário foi alterado para uma posição a partir da qual o número máximo de pontos pode ser encontrado dentro de um raio de 5 mm, e desta forma, observou-se que apenas 70 por cento dos pontos de rotação verdadeiros se encontraram dentro do raio de 5 mm. Assim, foi recomendado a utilização de um método cinemático na localização precisa do eixo transversal verdadeiro para alcançar a reprodução dos movimentos de rotação em articulador.³⁰ No mesmo ano, o mesmo autor³¹ descreveu um instrumento experimental para determinar a precisão na localização do centro de rotação em movimentos de arcos de 15, 10, e 5 graus. Com uma variedade de indivíduos para operar o instrumento, foram realizadas várias séries de localização do eixo. Os resultados indicaram que o

intervalo de 10 graus de movimento de rotação é suficiente para localizar o eixo transversal horizontal, e que quando operadores experientes realizam esse procedimento, uma precisão de 0,2 mm pode ser alcançada.

Um trabalho experimental, foi desenvolvido, em 2 pacientes ilustrando, juntamente com a experiência de outros autores, a acurácia na determinação do eixo transversal horizontal. Foram demonstradas definições de teorias de localização do eixo horizontal transversal como o verdadeiro, arbitrário, múltiplos e dividido. Foi definido o eixo horizontal como uma linha hipotética que liga os centros de rotação horizontais das duas cabeças da mandíbula, e que o eixo terminal coincide com a posição mais posterior da mandíbula. O autor concluiu que a precisão ao localizar o eixo de rotação terminal está associada à sua definição e interpretação. A localização arbitrária não cumpre as exigências no registro dos movimentos de fechamento da mandíbula. Não foi suportada a teoria do eixo dividido e não foi encontrada nenhuma evidência de que há mais de uma localização da rotação mandibular.³²

A presença de vários eixos terminais transversais durante os movimentos de abertura e fechamento da mandíbula, foi descrita, e concluído que o relaxamento do paciente durante a realização do registro do eixo é essencial. Afirmou-se ainda, que a alteração da dimensão vertical durante tratamentos protéticos deve ser contraindicada, amenos que um novo registro na dimensão desejada seja realizado. Os autores também concluíram que o conceito de eixo horizontal transversal único pode ser equivocado.³³

Foi realizada uma pesquisa com o objetivo de determinar uma média anatômica para ser utilizada como eixo verdadeiro. Para isso, 444 eixos horizontais transversais verdadeiros foram localizados e comparados com várias definições de eixos arbitrários. Uma análise estatística de probabilidade foi feita a partir da amostra populacional. Os autores verificaram que qualquer localização arbitrária escolhida não poderia representar de forma confiável o eixo horizontal transversal verdadeiro.³⁴

A diferença entre o eixo transversal horizontal cefalométrico, localizado no centro da cabeça da mandíbula, e os eixos verdadeiro e arbitrário foi avaliada. Para isso, foram localizados os eixos pantográficos e arbitrários em 15 indivíduos, marcados com etiquetas de chumbo. Esses realizaram telerradiografias laterais, onde foi determinado o centro da cabeça da mandíbula. Em um papel milimetrado, com o eixo cefalométrico como centro de referência comum, círculos concêntricos foram construídos a cada 2 mm. A distribuição dos pontos foi analisada por meio de valores de coordenadas x e y para cada ponto e posição. A média das coordenadas dos eixos de rotação foram determinadas. O eixo verdadeiro foi encontrado a 0,23 mm para trás e 2,47 mm para baixo, em relação ao centro da cabeça da mandíbula, enquanto o arbitrário foi definido como sendo 1,86 mm para trás e 1,72 mm a cima do mesmo eixo. O autor concluiu que o eixo pantográfico produziu resultados mais consistentes do que o arbitrário, onde foram encontrados 53,32% dos eixos localizado a baixo e atrás do centro cefalométrico. Assim, o uso do eixo verdadeiro foi considerado pelo autor mais consistente do que o arbitrário.³⁵

Simpson *et al*,³⁶ em 1984 compararam a localização do eixo transversal horizontal arbitrário com a do eixo cinemático em cinquenta indivíduos. Foram encontradas diferenças significativas entre a localização do ponto experimental do eixo arbitrário e aquelas definidas por Byron, Gysi, e Bergstrom em relação ao eixo cinemático. Os pontos arbitrários de Byron, Gysi, e Bergstrom mostraram tendências direcionais enquanto os pontos arbitrários experimentais foram distribuídos uniformemente em torno do eixo cinemático. Os autores sugeriram o uso de um ponto distante 10 mm da borda superior do trágus, na linha de Camper, para a transferência do modelo superior ao articulador, sendo possível gerar maior precisão nesse procedimento.

Morneburg³⁷ estimou erros oclusais que poderiam ser induzidos no fechamento em torno dos eixos arbitrários utilizando modelos de gesso montados em articulador em 57 indivíduos assintomáticos. Foram localizados os pontos do eixo verdadeiro, arbitrário e coordenadas de cúspides oclusais. Os erros horizontais que poderiam ocorrer ao rotacionar os modelos no eixo arbitrário foram calculados para alterações na dimensão vertical de 2 e 4 mm. Os pontos arbitrários foram em média localizados a 1,3 mm ($\pm 2,9$) anteriormente e 1,9 mm (± 4) inferiormente aos pontos verdadeiros.

A distância média foi de 4,7 mm ($\pm 2,9$), com um intervalo de 0,7 a 10,8 mm. Com exceção de um caso, todos os pontos arbitrários foram agrupados dentro de um círculo de 10 mm em torno do eixo verdadeiro. Dentro de um de raio 5 mm, foram encontrados 63% de todos os pontos arbitrários e 73% no raio de 6 mm. A diferença média entre os pontos arbitrários dos lados direito e esquerdo foi de 1,8 mm ($\pm 2,8$) no sentido anteroposterior, e 1,2 mm ($\pm 4,3$) na direção ínfero-superior. Foi observado que os eixos arbitrários poderiam produzir erros oclusais inferiores a 300 micrômetros na região dos segundos molares em 87% dos pacientes com uma mudança de 2 mm de dimensão vertical. Em 12% dos casos, erros entre 300 e 500 micrômetros pode ocorrer. Em apenas 1%, erros maiores do que 500 micrômetros foram esperados. Os autores concluíram que a transferência dos modelos em relação aos eixos arbitrários está associada a um risco insignificante de induzir erros acima dos limites clinicamente relevantes. Se a alteração na dimensão vertical estiver limitada a até 2 mm, a transferência nos eixos verdadeiros não traria nenhuma vantagem para a terapia oclusal.

O eixo horizontal transversal verdadeiro pode ser determinado de forma cinemática pelo exame da axiografia, que consiste num método de diagnóstico não invasivo e que também permite a individualização da montagem de modelos de gesso em articulador.²²

Estudos realizados para avaliar a variabilidade interoperador do registro axiográfico demonstraram alta reprodutibilidade da posição de referência da cabeça da mandíbula e de seus movimentos.^{19,20}

Em 1997, foi avaliada a reprodução de contatos dentários excursivos com um articulador SAM2"P", ajustado pelas informações de um axiógrafo computadorizado. Contatos dentários excursivos em articulador foram comparados com os contatos excursivos intraorais identificados com cera oclusograma. Os modelos superiores foram montados com um arco facial cinemático e o modelo inferior foi orientado para o MIH. O articulador foi ajustado utilizando as informações obtidas a partir da axiografia computadorizada. Protrusão e lateroversão para os lados esquerdo e direito foram examinadas. Os primeiros 4 mm de contatos dentários excursivos no oclusograma foram comparados com os 4 mm de contatos dentários excursivos no

articulador. O articulador reproduziu 82% dos dentes com contatos dentários protrusivos e 90% dos dentes com contatos dentários lateroversivos. Os locais exatos dos contatos dentários excursivos foram reproduzidos em 66% dos contatos protrusivos e 81% dos contatos lateroversivos. O articulador também criou contatos dentários excêntricos adicionais que não estavam originalmente presentes no oclusograma. Vinte por cento dos indivíduos apresentaram esses contatos adicionais durante a protrusão; em movimento lateral do articulador, tais contatos adicionais estavam presentes em 27% para o lado esquerdo e 20% para a direita. Clinicamente, estes resultados sugerem que há limites para a capacidade do articulador para reproduzir contatos dentários excursivos. Essas limitações devem ser mantidas em mente quando um articulador é utilizado para procedimentos odontológicos de diagnóstico e restauração.³⁸

Foi investigada a variabilidade de um grupo de dentistas que utilizaram um instrumento de arco facial arbitrário para montar um modelo superior. O mesmo modelo superior em um único indivíduo experimental foi montado em um articulador com um instrumento de arco facial arbitrário comum. Este modelo foi equipado com 4 pontos de referência para a medição das mudanças de orientação espacial do modelo, que foram determinados por meio de coordenar medidas com microscópio. A análise de variância de medidas repetidas foi utilizada para determinar alterações estatisticamente significativas na orientação espacial com o teste Lambda de Wilks para comparar os valores médios. Um intervalo de confiança de 95% demonstrou que qualquer dentista pode esperar um intervalo de $\pm 1,2$ mm de erro usando essa combinação de instrumentos/articulador. Os três dentistas não apresentaram diferenças significativas na orientação espacial de suas montagens nas direções verticais ou horizontais. No entanto, houve diferenças significativas em suas montagens em mudanças lineares de distância posterior do lado direito do paciente. Os autores concluíram que uma gama de erros inerentes atribuíveis ao operador utilizando este instrumento foi registrada.³⁹

Nagy *et al.*,⁴⁰ em 2002, realizaram um estudo *in vivo* comparando a localização de um ponto de eixo de articulação anatomicamente predeterminado com o eixo cinemático determinado. Quarenta indivíduos (27 homens e 13 mulheres; 23 a 47 anos de idade) com oclusão funcionalmente aceitável e sem sinais clínicos

detectáveis de desordens temporomandibulares participaram do estudo. Papeis milimetrados na região auricular combinado com arco facial mecânico SAM Axiograph III foram usados para localizar os pontos do eixo de rotação direita e esquerda predeterminado. O centro cinemático de rotação direito e esquerdo foi localizado como descrito por Lauritzen e confirmado com o Axiógrafo eletrônico PC Axiotron em torno de 0,25 mm. Todos os pontos foram transferidos para um papel milimetrado e na pele do paciente. A distância entre cada ponto pré-determinado e cinemático foi medida $\pm 0,25$ mm. Os testes Wilcoxon e Mann-Whitney foram usados para examinar as diferenças entre os pontos do eixo esquerdo e direito e potenciais diferenças significativas entre os sexos ao nível de significância de $P < 0,05$. O número de ocorrências e a distância dos pontos de eixos predeterminados a partir do eixo cinemático também foram descritos. A distância média entre os pontos foi de 1,1 mm à direita (extensão de 0,0 a 3,0 mm), 1,2 mm à esquerda (extensão 0,0 a 3,0 mm), e 1,1 mm para todos os 80 pontos ($\pm 0,63$). Mais de 96% dos pontos predeterminados estavam dentro de 2 mm do eixo cinemático e 67% estavam dentro de 1 mm. Não houve diferença significativa entre os pontos direito e esquerdo e não houve diferenças significativas em função do gênero. Os autores concluíram que dentro das limitações do presente estudo, os resultados sugerem que o ponto de eixo predeterminado está bem dentro da norma clínica para localização estimada do eixo horizontal transversal da mandíbula.

Um estudo foi realizado para determinar a precisão da medição do sistema Cadiax Compact em uma série de testes clínicos, afim de determinar se existe uma diferença clinicamente significativa entre as medidas 3D registradas a partir de eixos horizontais transversais cinematicamente e arbitrariamente determinados. Para isso, 30 indivíduos (11 mulheres, 19 homens, com idades entre 21 a 26) participaram deste estudo. O Movimento mandibular, ângulo da inclinação do côndilo sagital (SCI), e ângulo da inclinação do côndilo transversal (TCI) foram registrados em cada indivíduo com o sistema Cadiax Compact, pela utilização de um eixo arbitrário e de um eixo horizontal transversal cinematicamente determinado. Um subgrupo de 10 indivíduos foi analisado com outra axiografia computadorizado, o sistema Gamma Cadiax. As medições foram feitas e registradas duas vezes, em dias diferentes e em circunstâncias semelhantes. Para comparar os sistemas e métodos de medição, as medições foram usadas SCI tomadas a 3 e 5 mm protrusão sagital e a TCI tomadas

a 3 e 5 mm médio protrusão. Os comprimentos e curvaturas característicos de protrusão e abertura foram determinados para a avaliação da seguinte forma: comprimentos de traçados (8 mm, 8 a 12 mm e 12 mm); grau de sobreposição do traçado excursivo e incursivo; rastreamento da curvatura. A correlação intraclasse foi utilizada para comparar os valores dos ângulos no intervalo de confiança de 95%. Para avaliar a progressão da faixa, os valores de kappa foram calculados. A repetição dos ângulos de inclinação mandibular e do padrão de movimento da cabeça da mandíbula foi altamente confiável (correlação intraclasse de 0,8) com o sistema Cadiax Compact. Quando as inclinações mandibulares determinadas cinematicamente e arbitrariamente pelos sistemas Gamma Cadiax e Cadiax Compact foram comparadas, ambos os sistemas demonstraram alta confiabilidade (ICC 0,8). Os resultados de congruência dos traçados de protrusão de medidas cinemáticas e arbitrárias com o sistema Cadiax Compact foram os seguintes: forte congruência em quantidade, características e traçado horizontal. Apenas a qualidade diminuiu ligeiramente (Kappa 0,46 na primeira medição, que ainda representava uma congruência clara). Os traçados de abertura e protrusão demonstraram justa congruência quase completa em todos os parâmetros. Os autores concluíram que as medições cinemáticas e arbitrárias do sistema Compact Cadiax poderiam ser utilizadas de forma confiável para a programação de articulador. Os resultados sugerem que os pontos de referência posterior determinados arbitrariamente podem ser comparados a de um eixo horizontal transversal cinematicamente determinado.⁴¹

Medidas de registros dos movimentos de rotação e translação da mandíbula foram comparados entre axiógrafos mecânico e computadorizado. Participaram do estudo 31 indivíduos sem sinais clínicos detectáveis de distúrbios temporomandibulares. Um único operador obteve três traçados axiográfico separados dos trajetos condilares direito e esquerdo para cada indivíduo, usando movimentos repetidos de abertura e fechando, e protrusivos e retrusivos. Os dados foram coletados, tanto para o axiógrafo mecânico (SAM Axiograph Axi 200), como para o computadorizado (SAM Axiotron e Axi 500). Medidas angulares (graus) e lineares (mm) para o axiógrafo mecânica foram feitos a partir dos traçados obtidos em papel quadriculado, utilizando um compasso, régua, e transferidor. O computador realizou as medições para os traçados do axiógrafo computadorizado.

Todos os parâmetros foram comparados estatisticamente com o teste de Wilcoxon ($\alpha = 0,05$). O mesmo operador realizou novamente todos os traçados axiográficos mecânicos para 20 indivíduos uma semana mais tarde para avaliar erros de medição. Alfa de Cronbach foi usado como uma medida de coerência entre as duas medições. A média dos ângulos de abertura e fechamento variou entre 52,4 e 54,2 graus e média dos ângulos de protrusão e retrusivos variou entre 50,1 e 54,9 graus. A média das distâncias de abertura e fechamento variou entre 11,4 e 12,3 mm e média das distâncias protrusivas e retrusivas variou entre 8,2 e 8,7 mm. A comparação com o teste de Wilcoxon assinado não apresentou diferenças significativas para qualquer parâmetro testado. Houve correlação alta e média inter-ítem entre medições repetidas do dispositivo manual quando alfa de Chronbach foi aplicada, mas esses resultados não foram suficientes para provar a coerência entre as duas medições consecutivas. Os resultados mostraram diferenças não significativas entre os registros dos axiógrafos mecânicos e computadorizados testados. Os autores sugerem que pequenas diferenças podem ser atribuídas a erros manuais de medição para os traçados gerados pelo axiógrafo mecânico. Este estudo é limitado devido ao impacto da falta de precisão do dispositivo manual sobre os resultados quando esses registros são comparados com um outro instrumento. Portanto, não é possível concluir que os dados a partir da axiografia manual e da computadorizada são compatíveis uns com os outros.⁴²

Os movimentos das articulações temporomandibulares (ATM) de pacientes com sinais e sintomas de disfunção temporomandibular (DTM), foram avaliados, antes e após o tratamento com aparelhos funcionais. Trinta indivíduos que sofrem de DTM foram selecionados e divididos em dois grupos: grupo A (pacientes jovens: quatro homens, nove mulheres, com idade média $\pm$ desvio padrão: $13,3 \pm 1,5$ anos); Grupo B (adultos: três do sexo masculino e 14 feminino, com média de idade $\pm$ desvio padrão: $23,2 \pm 4,4$ anos). Um grupo controle foi composto por 13 indivíduos saudáveis com oclusão normal, livres de DTM, e pareados por idade e sexo com grupos de pacientes e foi examinado em T0 e após 12 meses (T1). Axiografia computadorizada foi realizada antes e após a terapia (média de 13 meses) para avaliar qualquer diferença nos movimentos das cabeças das mandíbulas. Os resultados mostraram uma melhora estatisticamente significativa após o tratamento.⁴³

O eixo transversal horizontal arbitrário em relação à borda incisal maxilar foi avaliado, assim como, a magnitude do erro oclusal produzido quando este eixo horizontal transversal arbitrário foi usado para montar modelos em gesso em um articulador. Setenta e três adultos (43 homens, 30 mulheres) participaram deste estudo. A distância do eixo horizontal transversal arbitrário para a borda incisal do incisivo central superior foi medido para cada participante. A regressão linear paramétrica foi utilizada para analisar o efeito do gênero sobre a distância do eixo horizontal transversal arbitrário para a borda incisal do incisivo central superior utilizando um programa estatístico (SPSS v19.0; SPSS Inc). Uma análise de correlação linear foi utilizada para comparar a distância a partir do eixo horizontal transversal arbitrário para borda incisal do incisivo central superior com a altura do participante ($\alpha=0.05$). Quatro distâncias do eixo horizontal transversal arbitrário para a borda incisal do incisivo central superior (80, 90, 110, 120 mm) e três espessuras interoclusais foram testados. O registro (1, 2, 3 mm) foram matematicamente calculado para examinar a magnitude do erro oclusal no contato incisivo central. A distância média de um eixo horizontal transversal arbitrário para a posição da borda incisal do incisivo central superior foi 100,12 (dp 5,33) mm para todos os participantes. No geral, 89,04% dos participantes tiveram um intervalo de 5 mm da distância de 100 mm. Não foram identificadas diferenças significativas na distância do eixo horizontal transversal arbitrário para a posição da borda incisal do incisivo central superior entre homens e mulheres ou com a altura do participante. A magnitude do erro oclusal com o contato incisivo central variou de 0,45 a 11,26 mm. Os autores concluíram que a distância a partir de um eixo horizontal transversal arbitrário para a posição da borda incisal do incisivo central superior não foi influenciada pelo gênero ou altura dos participantes investigados. As variações na distância de um eixo horizontal transversal arbitrário para a borda incisal do incisivo central superior resultaram em discrepâncias oclusais menores no contato incisivo central.⁴⁴

A determinação do eixo transversal horizontal da mandíbula tem um papel importante na cirurgia ortognática para prever o movimento mandibular no sentido vertical, principalmente em situações em que será realizada somente cirurgia maxilar, e assim a mandíbula será movimentada apenas pela sua rotação. Traçados

predictivos são desenhados sobre telerradiografias laterais com a intenção de avaliar os resultados do perfil mole, prever a possibilidade desse tipo de abordagem, assim como se somente a cirurgia maxilar será suficiente.

Fish e Epker⁴⁵ preconizam a utilização do centro da cabeça da mandíbula como o eixo transversal horizontal para realizar o movimento de rotação da mandíbula em traçados cefalométricos predictivos para cirurgia ortognática. Esse processo realizado pré-cirurgicamente auxilia o planejamento da posição final da mandíbula e consequentemente a avaliação do perfil mole.

Foram descritos alguns procedimentos auxiliares para avaliar os resultados em cirurgia ortognática. Entre eles, o uso de laminografias para monitorar o deslocamento e reabsorção da cabeça da mandíbula, assim como anquilose. Outro aspecto envolve a precisão da transferência do eixo de rotação da mandíbula para a construção de guias cirúrgicos, pois nesses procedimentos geralmente há a alteração da dimensão vertical. A avaliação dos resultados estéticos também foi abordada analisando a proporcionalidade entre nariz e lábios.⁴⁶

Em 1982, Sperry *et al*⁴⁷, descreveram que em cirurgias maxilares para diminuição da dimensão vertical, seria adequado avaliar métodos de previsão de auto-rotação da mandíbula. Dados experimentais derivados de pacientes desdentados utilizando implantes metálicos em ceras oclusais resultaram em dados clínicos analisados geometricamente para o planejamento de 23 pacientes tratados por procedimentos de impacção maxilar. O centro de rotação mandibular durante impacção maxilar cirúrgica foi representado na literatura como o centro da cabeça da mandíbula. Os autores encontraram evidências de que telerradiografias laterais tomadas em oclusão cêntrica demonstram um centro instantâneo de rotação diferente, localizado dentro da região mastóide. Os autores concluíram que a alteração na técnica de traçado predictivo pode ser indicada pelos ortodontistas e cirurgiões-dentistas que realizam a cirurgia maxilar.

O efeito na posição pós-operatória da mandíbula pelo erro na localização do centro de rotação mandibular verdadeiro, foi avaliado utilizando um modelo de simulação computadorizado e cirurgia de modelo. O centro da cabeça da mandíbula

foi utilizado como um ponto de referência em procedimentos cirúrgicos que envolveram a maxila. O objetivo foi descrever a quantidade do mau posicionamento dos maxilares na cirurgia devido a uma discrepância entre um centro de rotação da cabeça da mandíbula simulado e o verdadeiro. Os resultados mostraram que um erro de 20 mm, na localização do centro de rotação verdadeiro pode resultar em 3 mm de mau posicionamento horizontal da maxila.⁴⁸ No ano seguinte, um método de localização do centro de rotação mandibular por análise computadorizada de duas telerradiografias laterais com diferentes graus de abertura, foi descrito pelo mesmo autor. O método foi utilizado em 10 indivíduos normais, que apresentaram média do centro de rotação da mandíbula 14,9 milímetros abaixo e 5,0 mm atrás da superfície superior da cabeça da mandíbula para movimentos de abertura de 10 mm. As implicações do centro de rotação localizado em cirurgia ortognática foram determinadas pela simulação de um fechamento de 9,5 milímetros de mordida aberta. Um erro de até a 9,3 mm na posição horizontal da maxila poderia ocorrer se o centro da cabeça da mandíbula fosse utilizado. Um estudo retrospectivo em 10 pacientes com aumento da altura facial anterior foi realizado e um centro de rotação média de 8,4 mm para trás e 25,1 mm abaixo do centro da cabeça da mandíbula foi encontrado. Simulação da rotação da mandíbula através do centro da cabeça da mandíbula resultaria numa diferença entre a posição horizontal prevista e real da maxila variando 0,4 a 10,4 mm. Concluiu-se que a utilização do centro da cabeça da mandíbula, como o centro de rotação mandibular no planejamento de movimento maxilar superior com osteotomia Le Fort I, pode causar, na maioria dos casos, erros consideráveis na posição horizontal da maxila.⁴⁹

A precisão da técnica de Rouleaux para calcular os centros transversais horizontais foi avaliada e demonstrada como aceitável, salientando, os autores, a necessidade de uma adequada localização dos pontos de referência utilizados e que a magnitude da rotação necessária seja suficiente para o cálculo do eixo. A localização dos centros de auto-rotação das mandíbulas após a cirurgia impacção maxilar de 46 pacientes foi utilizada para investigar os erros associados com a seleção dos pontos e quantidades de rotação. Como conclusão, os autores não encontraram muita variação na localização do centro de rotação, porém o centro não se encontrou dentro do corpo da cabeça da mandíbula, mas distante da mesma.⁵⁰

Foi investigada a precisão do planejamento cirúrgico em relação a cirurgia ortognática realizada, utilizando dados de análises cefalométricas retrospectiva de 62 pacientes. Conclui-se que, apesar da variação individual, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre a previsão ortognática e o resultado cirúrgico. Foram utilizados 3 pontos como eixo transversal horizontal e o ponto descrito por Sperry foi mais acurado em relação ao pontos condílio e centro da cabeça da mandíbula, porém os autores reportam que a amostra deveria se maior para confirmar esse resultado.⁵¹

Bryan⁵² em 1994, avaliou a precisão e validade de três pontos utilizados como referência de auto-rotação em cirurgia ortognática pelo uso de telerradiografias laterais em um estudo retrospectivo de 15 indivíduos que foram submetidos a cirurgia maxilar. Foram realizados traçados cefalométricos predictivos cirúrgicos, incorporando três diferentes pontos definidos como centros de auto-rotação mandibular para cada caso. Essas previsões foram comparadas com os resultados obtidos após a cirurgia. A discrepância entre as previsões e o resultado cirúrgico em cada caso foi medido e submetidos à análise estatística. O erro do método foi avaliado e considerado em relação à discrepância medida. A variação individual foi avaliada, tanto entre os pontos de referência individuais quanto entre os casos individuais estudados. As discrepâncias medidas foram muito semelhantes para cada um dos centros de auto-rotação. A análise estatística não mostrou diferenças significativas entre os pontos estudados. O autor concluiu que os 3 pontos de auto-rotação examinados promovem um movimento mandibular próximo ao movimento após a cirurgia maxilar e todos podem ser consideradas igualmente válidos.

Foi testada a hipótese de que a mandíbula gira em torno do mesmo ponto tanto durante a cirurgia de impacção maxilar quanto durante a abertura da mandíbula inicial. Esse ponto, chamado centro de auto-rotação mandibular (CAR), pode então ser usado para prever a posição da mandíbula e decidir se somente a impacção maxilar seria necessária para corrigir a oclusão e o perfil facial. Para isso, foram realizadas duas telerradiografias pré-operatórias, em uma série consecutiva de 20 pacientes que foram submetidos a impacção maxilar sem osteotomia de ramo mandibular concomitante. Uma telerradiografia foi realizada com a mandíbula em relação cêntrica, utilizando um registro de mordida em cera e outra com uma

abertura da mandíbula de 10 mm usando um registro de acrílico fabricado com a mandíbula manipulada para posição mais retruída. O CAR foi calculado antes e depois da abertura da mandíbula, utilizando o método de Rouleaux no ponto incisivo inferior e gônio inferior. Uma terceira telerradiografia lateral foi tomada no prazo de 2 dias após a cirurgia. O ponto do incisivo inferior pós-operatório foi então transferido para a primeira telerradiografia utilizando uma superposição na base do crânio. As distâncias pré-operatórias e pós-operatórias entre CAR e ponto incisal foram comparadas e não houve diferença significativa entre elas, comprovando a hipótese. Os autores concluíram que o método utilizado foi uma forma prática e precisa de determinar o centro de auto-rotação mandibular individual, e que esse durante a abertura inicial da mandíbula foi o mesmo encontrado na cirurgia de impacção.⁵³

A localização do centro de rotação, determinado por um algoritmo matemático, foi comparada com o centro geométrico da cabeça mandíbula em telerradiografias, assim como investigada a correlação entre a geometria mandibular e as características do seu movimento. Para isso, nove indivíduos realizaram telerradiografias laterais e o centro de rotação foi calculado por um algoritmo personalizado e registrado na mesma. Círculos foram utilizados como gabarito para determinar o centro geométrico da cabeça da mandíbula. Medições de 4 parâmetros geométricos dos maxilares foram realizados, comparados e correlacionados com as características dos movimentos. Todos os centros de rotações calculados foram encontrados dentro da cabeça da mandíbula. A diferença média entre o centro calculado e o geométrico foi de 2,87 mm (dp = 1,69). Além disso, foram encontradas correlações entre o comprimento do braço de rotação da mandíbula para os movimentos de rotação e de translação. No entanto, não houve correlação com os outros parâmetros geométricos mandibulares. Análise do movimento mandibular permite uma determinação precisa do centro de rotação. O movimento identificado previamente é observado na rotação inicial, seguido pela translação da mandíbula com rotação. A magnitude de cada fase difere entre indivíduos. Este estudo aponta para um mecanismo natural de abertura mandibular em que a quantidade de rotação aumentou para os braços de rotação mais longos e a quantidade de translação aumentou para os mais curtos, diminuindo a disparidade na quantidade de abertura entre os indivíduos.¹⁴

Em 2006, foi realizado um estudo com os objetivos de localizar o centro de rotação instantâneo de auto-rotação mandibular durante a cirurgia de impacção da maxila, identificar as discrepâncias entre a posição mandibular resultante da cirurgia de impacção da maxila e predictivos pré-cirúrgicos, que utilizam o centro da cabeça da mandíbula radiográfica como centro de rotação para auto-rotação mandibular, e encontrar a inter-relação entre a magnitude de impacção cirúrgica da maxila e da mudança sagital da mandíbula. Foram incluídos dez pacientes concomitantes submetidos a impacção maxilar LeFort I sem grandes osteotomias de ramo da mandíbula. Telerradiografias pré-operatória (T0) e pós-operatória (T1) foram utilizadas para avaliar as mudanças cirúrgicas e localizar o centro de rotação de auto-rotação mandibular com método de Reuleaux. Os erros de previsão foram medidos pela comparação dos traçados cefalométricos predictivo (Tp) e pós-operatório (T1). A magnitude da impacção maxilar cirúrgica foi relacionada com as mudanças de posição da mandíbula após auto-rotação pela correlação e análise de regressão. Os resultados demonstraram que os centros de auto-rotação mandibular foram localizados a 2,5 mm atrás e 19,6 mm abaixo do centro radiográfico da cabeça da mandíbula, em média, com grandes variações individuais. Ao utilizar o centro radiográfico da cabeça da mandíbula para prever o auto-rotatção mandibular estaria superestimando a posição horizontal do mento em 2 mm e subestimando a posição vertical do mento em 1,3 mm na sequência de uma impacção maxilar cirúrgica média de 5 mm. A magnitude de impacção maxilar foi altamente e positivamente correlacionada com o deslocamento horizontal da posição do mento. Os centros de auto-rotação mandibular seguindo pelas osteotomias LeFort I para impacção maxilar podem não localizar-se no centro da cabeça da mandibular radiográfico, assim como parecem ter grandes variações individuais. Cirurgiões e ortodontistas devem estar cientes das discrepâncias horizontais e verticais da posição do mento, no planejamento de uma cirurgia bimaxilar, utilizando o centro radiográfico do cabeça da mandíbula como centro de rotação na auto-rotação mandibular.⁵⁴

Um estudo foi proposto para encontrar uma fórmula para prever a quantidade de avanço do pogônio devido a cirurgia de impacção posterior da maxila, assim como prever a quantidade de impacção posterior da maxila, por meio de uma outra fórmula, para atingir a melhor harmonia facial, e identificar a compatibilidade entre as

fórmulas propostas e a posição mandibular real resultante após a cirurgia de impacção posterior da maxilar. Para obter as fórmulas, 2 telerradiografias foram tomadas a partir de um paciente em oclusão cêntrica e posição de repouso. Depois disso, o centro de rotação mandibular foi obtido pela superposição das telerradiografias. Para verificar a confiabilidade das fórmulas, foram selecionados 10 pacientes com idade média de 21 +/- 1,5 anos, nos quais foi realizada a impacção maxilar posterior. Foram obtidas as telerradiografias pré e pós-cirúrgicas e os traçados foram sobrepostos para determinar o centro de rotação mandibular. O teste do coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para avaliar a relação entre as fórmulas sugeridas e os dados clínicos. Os autores encontraram correlações significativas entre impacção da maxila e avanço do pogônio em ambas as fórmulas e na avaliação clínica. Esta correlação (r) foi 0,993 ($p < 0,001$) com base nas fórmulas e $r = 0,806$ ($p < 0,005$), com base na detecção. Os autores concluíram que a quantidade da diminuição da altura facial anterior e o avanço do pogônio foram quase os mesmos, e a altura facial anterior foi reduzida 1,5 vezes a mais do que a quantidade de impacção maxilar.⁵⁵

O planejamento cirúrgico virtual tem como objetivo a avaliação 3D dos movimentos ósseos cirúrgicos, proporcionando vantagens em relação ao planejamento convencional baseado na cirurgia de modelo e no traçado predictivo em telerradiografia lateral. Os planejamentos cirúrgicos virtuais utilizam informações das imagens geradas por TC ou TCFC, associados a modelos 3D das arcadas dentárias, podendo ser gerados por escaneamento dos modelos de gesso ou por escaneamento intraoral. Podem ser observadas informações que nos planejamentos convencionais não são possíveis, como a previsão de possíveis sobreposição das estruturas anatômicas antes da cirurgia, análise de assimetria mais precisa, cefalometria 3D, além de permitir a confecção de guias cirúrgicos por tecnologia CAD/CAM.

A aplicação do eixo transversal horizontal em planejamento cirúrgico virtual tornou-se importante para a construção do guia cirúrgico, pois movimentos de rotação de abertura e fechamento da mandíbula podem ser necessários, não somente em cirurgias unicamente da maxila, como anteriormente levando em consideração por vários autores em planejamento convencional.

Xia e coautores⁵⁶⁻⁵⁸ em 2000 em uma série de três artigos e em 2001,⁵⁹ em outro estudo, deram início a um sistema virtual tridimensional assistido por computador para a cirurgia ortognática. Foram descritas ferramentas virtuais para realizar a osteotomia, mapeamento da textura de tecido mole da face e a previsão 3D das possíveis mudanças, gerando uma plataforma de realidade virtual. Foram utilizadas como dados a reconstrução 3D de TC e fotos coloridas da face, resultando num protocolo de simulação de cirurgia virtual em um modelo de cabeça 3D gerada por computador.

Um sistema de planejamento 3D com base em dados de TC do esqueleto craniofacial foi apresentado. Visualização 3D do esqueleto facial, seleção de pontos de referência, medidas de ângulos e distâncias, simulação de osteotomias, reposicionamento dos ossos e avaliação da presença de colisões e sobreposição dos segmentos ósseos foram realizados. O sistema foi ilustrado em um caso de hipoplasia facial, onde os movimentos previsto e de correção 3D reais de toda a mandíbula foram documentados. A análise de exames indicaram que o planejamento 3D pode impedir as imprecisões cirúrgicas que ocorrem com os métodos padrão 2D. Os autores concluíram que o programa demonstrado permitiu ao cirurgião planejar com precisão o tratamento e avaliar os resultados de cirurgia craniomaxilofacial.⁶⁰

Dados baseados em imagens de TC foram estudados e sugeriram que grande parte da rotação da cabeça da mandíbula, resultando em remodelação, ocorre somente a partir dos procedimentos cirúrgicos. Sobreposições antes e após a cirurgia podem quantificar as mudanças na cabeça da mandíbula e o momento de sua ocorrência. Como conclusão os autores descrevem que são necessários mais estudos para determinar os efeitos a longo prazo de mudanças na cabeça da mandíbula em relação aos resultados do paciente antes de tirar conclusões definitivas sobre a reabsorção condilar e sua relação com os tipos de procedimentos cirúrgicos realizados, e os pacientes com características predisponentes, podem ser avaliadas.⁶¹

O registro de modelos 3D, foi estudado, a partir de imagens de TCFC obtidas antes e após a cirurgia ortognática para a avaliação da anatomia e da posição mandibular. As TCFC foram tomados antes e depois da cirurgia ortognática em dez pacientes com diversas más oclusões submetidos apenas a cirurgia maxilar. Os modelos 3D foram construídos a partir das imagens tomográficas, utilizando segmentação semiautomática e edição manual. A base do crânio foi usada para registrar os modelos 3D de exames pré e pós-cirurgia. Após o registro, uma nova ferramenta permitiu a avaliação visual e quantitativa das mudanças pós-operatório por meio de sobreposições de modelos 2D e mapas coloridos de deslocamento 3D. As mudanças 3D na posição do ramo mandibular após procedimentos cirúrgicos foram claramente ilustradas pelos mapas com códigos de cores 3D. O deslocamento médio de todas as superfícies foi de 0,77 mm (dp 0,17), 0,78 mm (dp 0,25) na borda posterior, 0,70 mm (dp 0,07) e no côndilo. As diferenças médias inter observador foram insignificantes. O intervalo dos erros inter observador para a média de todas as distâncias da superfície do ramo mandibular foi de 0,02 mm (dp 0,01). Os autores concluíram que esse método fornece uma avaliação válida e reprodutível de estruturas craniofaciais para pacientes submetidos à cirurgia ortognática, podendo ser utilizada para identificar diferentes padrões de remodelação de ramo e cabeça da mandíbula após a cirurgia ortognática.⁶²

Foi estabelecido um novo método para a simulação de cirurgia ortognática no ambiente 3D, dividindo-o em 6 procedimentos: (1) a reconstrução de um modelo virtual do crânio (CV) pré-cirúrgica pela TC; (2) a reconstrução de modelos virtuais da dentição por um escâner de superfície 3D dos modelos de gesso ocluídos em posições de intercuspidação pré-cirúrgicos e pós-cirúrgicos (VD1 e VD2, respectivamente); (3) a reconstrução de um modelo de fusão preliminar de CV e VD1 por um registro intermodalidade inicial; (4) a reconstrução de um outro modelo de fusão preliminar de CV, VD1, e VD2 por um segundo registro intramodalidade; (5) reposicionamento de segmentos ósseos por um terceiro registro intramodalidade e reconstrução dos modelos de fusão finais no pré-cirúrgico e pós-cirurgia; e (6) a análise 3D do movimento dos segmentos ósseos. Esse método foi avaliado em 2 pacientes com deformidades esqueléticas graves. A acurácia dos registros foi determinada pela raiz quadrada da distância média entre os marcadores de confiança correspondentes em um conjunto de 2 imagens. A soma do erro

quadrático médio dos três processos de registro foi inferior a 0,4 mm em ambos os pacientes. Como conclusão, o sistema de simulação poderia ser utilizado para realizar precisamente as relações oclusais pré-cirúrgicas e pós-cirúrgicas e a morfologia craniofacial de um paciente com deformidades esqueléticas graves, para se descrever quantitativamente o movimento de um determinado ponto anatômico dos segmentos ósseos, sendo considerados como benefício significativo a partilha de informação visual 3D e quantitativa a partir deste sistema de simulação entre ortodontistas e cirurgiões.⁶³

As alterações na posição 3D do ramo e cabeças das mandibular, foram observadas em pacientes que receberam avanço maxilar e recuo mandibular ou apenas a cirurgia maxilar. TCFC foram realizadas em 21 pacientes antes e após a cirurgia ortognática. Dez pacientes com más oclusões diversas realizaram somente cirurgia maxilar e 11 pacientes Classe III realizaram avanço maxilar e recuo mandibular. Os modelos 3D pré-cirúrgicos e pós-cirúrgica foram registrados na superfície da base do crânio. Uma nova ferramenta foi utilizada para sobreposição gráfica e visualização 3D com mapas de códigos de cores para avaliar visualmente os locais e quantificar alterações posicionais na borda posterior do ramo da mandibular e das cabeças da mandíbula entre os modelos sobrepostos. Os deslocamentos médios em posição condilar foram pequenos - 0,77 mm (dp 0,12) e 0,70 mm (dp 0,08) - para cirurgias bimaxilar e maxilar, respectivamente (não significativa, $p>0,05$). Todos os pacientes de cirurgia bimaxilar tiveram deslocamento rotacional do ramo da mandibular para trás (média 1,98 mm, dp 1,03), com uma variação máxima na distância da superfície de 2 mm em 8 de 11 indivíduos. Para a cirurgia maxilar, todos indivíduos tiveram pequenos deslocamentos rotacionais do ramo mandibular para trás (média 0,78 mm, dp 0,25), com apenas um indivíduo que teve uma variação máxima na distância da superfície de 2 mm. A diferença média de deslocamento de rotacional para trás foi estatisticamente significativa ($p>0,01$). Os autores concluíram que a visualização da sobreposição do modelo 3D claramente identificou a localização, magnitude e direção do deslocamento da mandíbula. A imagem 3D permitiu a quantificação do deslocamento vertical, transversal e anteroposterior do ramo da mandíbula, que acompanhou a cirurgia mandibular, mas não a cirurgia realizada somente na maxilar.⁶⁴

Um método de planejamento 3D de uma simulação de cirurgia assistida por computador (CASS) desenvolveu-se para o tratamento de pacientes com deformidades craniomaxilofaciais (CMF) complexas e tiveram como objetivo do estudo piloto, avaliar a precisão dessa técnica no tratamento de pacientes com deformidades CMF complexas. Para isso, cinco pacientes com deformidades complexas foram inscritos e as cirurgias foram planejadas com o método CASS. Os planejamentos cirúrgicos foram transferidos para os pacientes no momento da cirurgia através de guias cirúrgicos gerados por computador. Após a cirurgia, avaliação dos resultados foi concluída primeiramente sobrepondo o modelo de TC pós-operatório sobre o modelo planejado, e depois foram mensuradas as diferenças entre os resultados previstos e reais. Os critérios utilizados para determinar a precisão da técnica foram os seguintes: uma diferença linear entre os resultados previstos e reais de menos do que 2 mm e uma diferença angular de menos de 4°. Todos os pacientes foram submetidos a cirurgia como planejado. Com o uso de planejamento CASS, medianas das diferenças entre os resultados pós-operatórios previstos e reais foram limitadas a 0,9 mm e 1,7°. Os autores concluíram que os resultados deste estudo piloto são promissores e podem ser usados como base de cálculos necessários para determinar o tamanho da amostra para um estudo maior e mais abrangente que será realizada para avaliar a precisão dos métodos de planejamento CASS.⁶⁵

Metzger e colaboradores em 2008, desenvolveram uma técnica para a produção de guia cirúrgicos para cirurgia ortognática usando uma impressora 3D. Foram utilizados dados 3D de aquisição por meio de TC ou de TCFC de pacientes com deformidades faciais, cujos maxilares foram reposicionados virtualmente. Para reduzir os artefatos, os modelos de gesso foram digitalizados usando um escâner de superfície. A importação e combinação desses dados para a situação do planejamento pré-operatório permitiu a transformação do reposicionamento planejado e a oclusão ideal. A definição de um guia cirúrgico virtual entre as arcadas tornou possível codificar o reposicionamento. As impressões dentárias foram subtraídas do guia cirúrgico virtual e assim foi impresso por uma impressora 3D. Os autores concluíram que a técnica apresentada combinou as vantagens dos modelos de gesso convencional, planejamento virtual 3D preciso e a possibilidade de transformar a informação adquirida em um guia cirúrgico.³

Em 2009, foi apresentado um sistema de simulação cirúrgica assistido por computador 3D (CASS) para planejar cirurgias crânio faciais, incorporando três características e inovações distintas: 1) várias modalidades de imagem são usadas para criar um modelo exato do esqueleto craniofacial; 2) técnicas especiais são utilizadas para orientar o modelo ósseo computadorizado na posição natural da cabeça (PNC); e 3) CAD/CAM são usados para fabricar guias cirúrgicos precisos e modelos para transferir o plano cirúrgico para a sala de cirurgia.⁶⁶

Foi relatada uma abordagem virtual 3D baseada em TCFC para o planejamento do tratamento de cirurgia ortognática na rotina clínica, dividida em: 1) aquisição de imagem para a cirurgia ortognática virtual 3D; 2) processamento de dados de imagens obtidos em direção a um modelo virtual 3D da cabeça do paciente; 3) diagnóstico virtual 3D do paciente; 4) plano do tratamento virtual 3D de cirurgia ortognática; 5) comunicação do plano do tratamento virtual 3D; 6) fabricação do guia cirúrgico 3D; 7) transferência de plano de tratamento virtual 3D para a sala cirúrgica; e 8) avaliação dos resultados do tratamento virtual 3D. Os potenciais benefícios e limites reais de uma abordagem virtual 3D integrada para o tratamento do paciente com uma deformidade maxilofacial foram discutidas de forma abrangente a partir da experiência dos autores com o planejamento do tratamento virtual em 3D clinicamente.⁶⁷

Um caso com o programa de cirurgia de modelo virtual tridimensional (3D-CMV) foi demonstrado usando dados combinados de TC 3D e modelos de gesso virtuais 3D. Eles salientaram a importância do trabalho pré-cirúrgico em casos complicados de cirurgia bimaxilar onde a cirurgia de modelo requer muitos passos com base laboratoriais que são demorados e podem conter erros potenciais. O paciente foi tratado com sucesso com uma combinação de tratamento ortodôntico e cirurgia ortognática com 3D-CMV, porém os autores concluíram que o trabalho se caracterizou apenas por único um caso relatado e que estudos adicionais para determinar a confiabilidade desse método são necessários.⁴

Em 2010, foi desenvolvido um estudo para determinar se a cirurgia virtual realizada em modelos 3D construídos a partir CBCT pode simular corretamente o

resultado cirúrgico real, e para validar a capacidade desta tecnologia para recriar os movimentos da cirurgia ortognática dos tecidos duros nos três planos do espaço de translação e de rotação. Para isso foram construídos modelos 3D pré e pós-cirúrgico por TCFC de 14 pacientes para os quais havia a necessidade de cirurgia de avanço da maxila e recuo mandibular e seis pacientes que tiveram unicamente cirurgia de avanço da maxila. Os modelos 3D pós-cirúrgico e cirurgia simulada virtual foram registrados na base do crânio para quantificar as diferenças entre os modelos de cirurgia simuladas e reais. Foram utilizados testes t e Hotelling para avaliar as diferenças entre os resultados cirúrgicos simulados e reais. Para todas as regiões anatômicas de interesse, não houve diferença estatisticamente significativa entre os modelos cirúrgicos reais e o simulado. O ramo lateral direito foi a única região que apresentou uma diferença estatisticamente significativa, mas pequena na comparação entre as cirurgias somente maxilar ou bimaxilar. Os autores concluíram que os métodos cirúrgicos virtuais foram reproduzidos de forma confiável, que os residentes de cirurgia Oral poderiam se beneficiar do treinamento cirúrgico virtual e que a simulação por computador tem o potencial de aumentar a previsibilidade na sala de cirurgia.⁶⁸

No mesmo ano, foi descrita o uso de TCFC da maxila, mandíbula e dentição, e a criação de um paciente virtual 3D, para o planejamento da cirurgia ortognática totalmente em 3D. Utilizando o programa para o planejamento cirúrgico 3D (Maxilim, Medicim NV, Bélgica), apresentou-se a técnica para a criação de um paciente virtual 3D, destacando as vantagens e desvantagens do planejamento virtual e concluíram sobre a viabilidade de seu uso rotineiro na prática clínica, ressaltando que as telerradiografias laterais e radiografias simples certamente se tornarão técnicas de imagens obsoletas. A técnica de planejamento ortognática 3D pode vir a ser uma ferramenta útil no arsenal dos cirurgiões para o planejamento de casos complexos em cirurgia ortognática com discrepâncias no plano transversal.⁶⁹

Bai¹⁰ apresentou uma técnica, utilizando um par de guias cirúrgicos fabricados pela técnica CAD/CAM, como uma alternativa ao uso de guia cirúrgico intermediário. Essa técnica foi apresentada em um paciente com desvio do plano transversal da maxila e da linha média no qual foi realizado TC e criado um modelo 3D ósseo. Oito marcadores cilíndricos virtuais foram colocados em locais selecionados na maxila,

onde serviram como referências para os orifícios nos guias. A maxila foi separada e reposicionada no planejamento virtual 3D. Os guias de reposicionamento da maxila pós osteotomia foram então desenhados e fabricados em resina por prototipagem e fundidos em metal. No início da cirurgia, os orifícios da fixação cirúrgica na maxila foram perfurados com os guias de pré-osteotomia. Após a osteotomia da maxila, parafusos foram colocados nos orifícios dos guias pós osteotomia e a maxila foi fixada com as placas de titânio. Após o posicionamento e fixação dos guias pós-osteotomia, a maxila foi colocada na posição desejada e a assimetria foi corrigida. Os autores concluíram que o uso dos guias prototipados antes e após a osteotomia pode minimizar erros contidos na forma tradicional de guias, reduzir o trabalho pré-operatório, bem como reduzir o tempo cirúrgico.

Foi desenvolvida uma técnica de simulação cirúrgica 3D assistida por computador (CASS), capacitando o cirurgião a tratar pacientes com assimetrias significativas em uma única operação, o que antes geralmente era realizado em 2 etapas. Assim como foi apresentada a ineficiência dos métodos tradicionais de planejamento para deformidades no complexo craniomaxilofacial O objetivo do artigo foi apresentar o método CASS na avaliação de deformidades craniofaciais e planejar a correção cirúrgica, além de discutir os problemas associados com os métodos tradicionais de planejamento cirúrgico, e as dificuldades de usar medições 3D para avaliar a deformidade craniofacial.⁷⁰ Em seguida, descreveram que os resultados cirúrgicos obtidos por essa técnica foram melhores do que os obtidos com os métodos tradicionais em doze pacientes consecutivos com deformidades craniomaxilofacial. De acordo com o protocolo clínico CASS, um modelo 3D computadorizado de crânio composto para cada paciente foi gerado e reorientados para a posição natural da cabeça. Esses modelos foram submetidos a duas cirurgias virtuais: um foi com base em CASS (grupo experimental) e o outro foi baseado em métodos tradicionais um ano mais tarde (grupo controle). Uma vez que as duas cirurgias virtuais foram concluídas, dois experientes cirurgiões bucomaxilofaciais em duas situações distintas avaliaram os dois resultados cirúrgicos. Eles estavam cegos para o método de planejamento utilizado nos modelos virtuais e para os resultados da avaliação uns dos outros. O desfecho primário foi a harmonia esquelética geral da CMF. Os desfechos secundários foram: harmonia maxilar, mandibular e mento. As análises estatísticas foram realizadas. Como resultados, foi apresentado que, em

geral, a harmonia esquelética da CMF alcançada com CASS foi significativamente melhor do que a alcançada com os métodos tradicionais. Além disso, os resultados da cirurgia maxilar e mandibular obtidos com CASS foram significativamente melhores e, embora não incluídos no modelo estatístico, a simetria do mento alcançada por CASS tendeu a ser melhor. Um modelo de regressão foi estabelecido entre a simetria mandibular e harmonia esquelética geral da CMF. Os autores concluíram que os resultados cirúrgicos obtidos com CASS são significativamente melhores do que os obtidos com os métodos tradicionais de planejamento. Além disso, CASS permitiu que o cirurgião corrigir a deformidade transversal maxilar, posicionar os segmentos proximal/distais, e restaurar a simetria mandibular de maneira mais acurada. Foi observado que o passo fundamental para alcançar a melhor harmonia esquelética CMF no geral é restaurar a simetria mandibular.⁷¹

A experiência clínica sobre a produção e a exatidão dos guia cirúrgicos impressos digitalmente para o movimento maxilar durante a cirurgia ortognática bimaxilar foi relatada. Cinquenta e cinco pacientes consecutivos que necessitam de cirurgia ortognática maxilar foram incluídos nesse estudo. O plano para a cirurgia modelo digital (CMD) foi ditado pelos planos cirúrgicos para cada caso clínico. Foram realizados modelos digitais, CMD, impressão do guia cirúrgico, e a confirmação da exatidão do procedimento. Mover os pontos de referência para a posição de destino na CMD envolveu um erro médio de 0,00-0,09 mm. Os erros médios confirmados pelo procedimento de remontagem dos modelos com o guia cirúrgico impresso pela CMD foram 0,18-0,40 mm (para casos de sucesso; n = 42) e 0,03-1,04 mm (para os casos insatisfatórios; n = 3). Assim, os autores concluíram que as precisões dos guia cirúrgicos por CMD foram similares àqueles para os guia cirúrgicos produzidas por cirurgia de modelo manual, apesar de serem menos precisas do que aquelas produzidas por CMD, e dessa forma, o guia cirúrgico interoclusal prototipado produzido com o auxílio de CMD pode ser um procedimento alternativo para a cirurgia ortognática maxilar.⁷²

Uma nota técnica ilustrou a cirurgia virtual baseada em TC conduzida no programa SimPlant (Materialise Co, Leuven, Belgium) de um paciente com grande assimetria maxilar. Para corrigir assimetria maxilar foi construído um guia cirúrgico como guia de osteotomia STL e transferidas as informações planejadas na cirurgia

virtual para a sala cirúrgica. Os autores concluíram que um planejamento tridimensional pré-operatório preciso combinado com um sistema de transferência intra-operatória de fácil utilização melhora a qualidade do tratamento, que a evolução pós-operatória torna-se mais confiável e previsível e que mais estudos são necessários para avaliar a abordagem de diferentes deformidades em cirurgia ortognática.⁹

Em 2011, Quevedo *et al*⁷³ descrevem a necessidade de observar princípios adequados que devem ser levados em consideração na aplicação de novas tecnologias. Assim tiveram como objetivo rever o atual protocolo utilizado para cirurgia ortognática e compará-lo com protocolos publicados que incorporam nova tecnologia 3D e virtual, assim como descreveram uma abordagem de uma nova tecnologia.

No mesmo ano foi desenvolvido um sistema de simulação que permite a osteotomia virtual e avalia a interferência óssea entre os segmentos osteotomizados da mandíbula. Os dados de TC 3D para modelos de gesso foram integrados nas coordenadas de um cefalograma 3D. Para avaliar a precisão do sistema, erros de medição do modelo virtual 3D CT a partir de um crânio seco foram comparados com o sistema de simulação de computador e um tipo de contato digitalizador 3D. Para examinar a acessibilidade clínica, 15 pacientes com prognatismo mandibular com assimetria grave foram avaliadas com o programa de simulação. A média de erro de medição em todas as direções foi de 1,31 mm. Foi possível simular vários procedimentos de osteotomia por conversão de coordenadas 3D do modelo dental e dados de CT para o padrão do sistema de um cefalograma de coordenadas 3D. Usando este sistema de simulação, foi possível evitar o binário condilar (ou mau posicionamento do segmento) removendo a interferência óssea visualizados por um modelo 3D virtual. Os autores concluíram que o sistema, o qual permite a visualização exata dos segmentos osteotomizados e cálculo de interferência óssea, proposto no presente estudo, oferece uma precisão aceitável de planejamento do tratamento de cirurgia ortognática, especialmente para assimetria facial.⁷⁴

Formam descritas as vantagens do planejamento 3D na predição de resultados pós-operatórios e fabricação de guia cirúrgicos que utilizam a tecnologia

CAD/CAM em cirurgia ortognática, utilizando o programa Simplant OMS 10.1 em 16 pacientes. Um plano de tratamento pré-operatório convencional foi elaborado para cada paciente e guias cirúrgicos foram fabricados e utilizados como controle do estudo. Os planos de tratamento pré-operatório concebidos foram então transferidos para um ambiente virtual 3D onde a cirurgia foi simulada, a previsão de resultados em tecidos moles e duros foi produzida e guias cirúrgicos foram fabricados com tecnologia CAD/CAM. Na sala cirúrgica, os dois tipos de guia cirúrgicos foram comparados e o grau de semelhança dos resultados obtidos nos três planos foi calculado. A linha de osteotomia maxilar foi tomada como o ponto de referência. O nível de concordância foi usado para comparar os guias cirúrgicos. Três meses após a cirurgia, um segundo conjunto de imagens 3D obtido e nele foram realizadas as medidas lineares e angulares. Usando o coeficiente de correlação intraclasse, essas medidas pós-operatórias foram comparadas com as medidas obtidas na predição dos resultados pós-operatórios. Os resultados mostraram um elevado grau de correlação em 15 dos 16 casos. O alto coeficiente de correlação foi obtida com a maior parte das previsões de resultados em tecido duro, embora os resultados menos precisos foram obtidos nas medições em tecido mole na área labial. O estudo mostra que o programa computadorizado utilizado no estudo é de confiança para o planejamento 3D e para a fabricação de guias cirúrgicos utilizando tecnologia CAD/CAM. No entanto, segundo esses autores, novos progressos no desenvolvimento de tecnologias para a aquisição de imagens 3D, novas versões de programas computadorizados e novos estudos de dados objetivos são necessários para aumentar a precisão no planejamento 3D computadorizado.⁷⁵

Zinser⁷⁶ apresentou um protocolo de planejamento virtual incorporando uma técnica de guia cirúrgico para cirurgia ortognática, demonstrando a viabilidade e validade do método in vivo. O protocolo consistiu de (1) segmentação e fusão das imagens maxilofaciais geradas por TC ou CBCT, escaneamento óptico dos modelos de estudo em oclusão; (2) o diagnóstico e planejamento do tratamento virtual; (3) CAD/CAM dos guias cirúrgicos; e (4) transferência cirúrgica intra-operatório. A validação da precisão da técnica foi investigada pela aplicação do protocolo em 8 pacientes adultos classe III tratados com osteotomia bimaxilar. O plano virtual foi comparado com o resultado cirúrgico no pós-operatório utilizando fusão de imagens do conjunto de dados TC / CBCT pela análise de medidas entre pontos

cefalométricos dos tecidos duros e moles, em relação aos planos de referência. A abordagem do planejamento virtual mostrou precisão clínica aceitável para a posição da maxila (0,23 mm) e cabeça da mandíbula (0,19 mm), precisão moderada para a mandíbula (0,33 mm), e baixa precisão para o tecido mole (2,52 mm). Diagnóstico e planejamento virtual, e uso de guia cirúrgico CAD/CAM promovem um método confiável, que pode oferecer uma abordagem alternativa para o uso de guias cirúrgicos convencionais e planejamento 2D.

A dificuldade de obter uma boa imagem da face oclusal dos dentes pode ocorrer durante a aquisição de imagens as TC e, com isso, esta pode ser realizada em boca aberta, porém o retorno da oclusão para MIH em ambiente virtual ainda não foi descrito. Assim, um relato técnico introduziu um novo método para mover a mandíbula com precisão a partir da abertura da boca de volta para o MIH, pela integração dos modelos de gesso pré-operatórios. Os autores concluíram que o método descrito foi uma tentativa cuidadosa para enfrentar e resolver um problema real dentro do planejamento 3D, que a precisão das superfícies dentárias obtidas a partir de um escâner de superfície a laser é maior do que a partir das imagens de CT e que pesquisas adicionais são necessárias para validar a precisão deste protocolo, que é esperado para melhorar a precisão da cirurgia ortognática 3D virtual.⁷⁷

Bai⁸ ilustrou uma nova técnica para o posicionamento da maxila em cirurgia ortognática com utilização de guias CAD/CAM associado a placas de fixação pré dobradas. Essa técnica foi apresentada em um caso onde foi realizado o planejamento virtual para a movimentação da maxila por meio de imagens TC. Após o reposicionamento virtual da maxila, outro segmento acima foi segmentado ao nível da margem infra-orbital. Estes 2 segmentos foram unidos e protipados. Nesse modelo descrito, foi marcada a localização das perfuração desejadas, assim como realizadas, as dobras nas placas de titânio e, posteriormente, o escaneamento do modelo com as marcações. Retornando ao ambiente virtual, foi confeccionando sob o modelo com as marcações um guia cirurgico CAD/CAM final, transferindo-se, assim, a exata posição da maxila planejada virtualmente para o momento cirúrgico.

Um modelo CAD/CAM para orientar a osteotomia e o reposicionamento da maxila foi apresentado, assim como ilustrada a sua viabilidade e validade em seis

pacientes com deformidades dentomaxilofaciais. A concepção dos modelos foi baseada em três planejamentos cirúrgicos 3D, incluindo a osteotomia Le Fort e o reposicionamento da maxila. Os modelos foram divididos em duas partes, onde a primeira orientou a osteotomia e a segunda reposicionou a maxila durante a operação. Um guia cirúrgico oclusal convencional foi utilizado para atingir a oclusão final com a mandíbula na posição esperada. Medidas pós-operatórias foram feitas entre pontos na maxila, relativamente a planos de referências baseados em dados de TC. Os resultados das medições foram analisados e comparados com o planejamento virtual, alcançando precisão clinicamente aceitável para o posicionamento da maxila ($<1,0$ mm). O tempo de preparo pré-operatório foi reduzido para cerca de 145 min. Os autores concluíram que os modelos de CAD/CAM forneceram um método confiável para a transferência de planejamento cirúrgico da maxila, podendo ser uma alternativa em relação à técnica de guia cirúrgico intermediário, eliminando a cirurgia de modelo tradicional, digitalização de modelos de gesso, ou o registro do guia cirúrgico CAD/CAM.⁶

O processo de produção para o planejamento de cirurgia ortognática e fabricação do guia cirúrgico foi descrito seguindo um protocolo clínico, que consistiu em uma única aquisição de CBCT do paciente, escaneamento da superfície das arcadas dentárias com um escâner digital intraoral, e posterior fusão dos dois conjuntos de dados. O "paciente virtual" assim criado foi submetido a cirurgia virtual e o arquivo resultante com o relacionamento intermaxilar intermediário foi usado para obter o guia cirúrgico por tecnologia CAD/CAM. Um estudo de prova de conceito foi realizado a fim de avaliar a acurácia e confiabilidade deste protocolo. O estudo foi composto por duas partes: uma avaliação *in vitro* em três crânios dentados e uma avaliação prospectiva *in vivo* em seis pacientes consecutivos. O cálculo de erro vetor entre a posição intermaxilar simulada virtualmente e a relação intermaxilar intermediária intra-operatório revelou alta precisão. A maior variação média foi encontrada no plano vertical. Comparado com os métodos anteriormente descritos para a obtenção de um modelo tridimensional virtual, este procedimento elimina a necessidade de moldes dentários, simplifica as etapas técnicas necessárias e trabalho no computador e reduz a exposição do paciente à radiação ionizante.⁷⁸

A precisão de um protocolo de simulação de cirurgia assistida por computador (CASS) para a cirurgia ortognática foi avaliada, comparando os resultados planejados e pós-operatórios em 65 pacientes consecutivos de 3 centros diferentes. Guias cirúrgicos gerados por computador foram utilizados em todos os pacientes e para a mentoplastia foi utilizado um gabarito gerado por computador para reposicionar o mento apenas em pacientes com assimetria. Medidas intra-operatórias foram utilizadas sem os gabaritos para o mento nos demais pacientes. Em medidas dos resultados primários foram observadas diferenças lineares e angulares para a maxila, mandíbula e mento quando os modelos planejados e pós-operatórios foram registrados no crânio. As avaliações dos resultados secundários foram: linha média dentária superior diferente entre as posições planejadas e pós-operatórios; e diferenças lineares e angulares do mento entre os grupos com e sem a utilização do gabarito. As análises estatísticas foram realizadas e a precisão foi relatada usando desvio quadrático médio (DQM) e o método de Bland e Altman para avaliar a concordância de medição. Nas medidas dos resultados primários, não houve diferença estatisticamente significativa entre os três centros para a maxila e mandíbula. A maior DQM foi 1,0 mm e 1,5° para o maxilar, e 1,1 mm e 1,8° para o mandíbula. Para o mento, houve uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos com e sem a utilização do gabarito para o mento. O grupo de gabarito mostrou para o mento excelente precisão com maior DQM posicional de 1,0 mm e orientacional de 2,2°. No entanto, variações maiores foram observadas no grupo que não utilizou o gabarito para o mento. Essas foram significativas nas direções anteroposterior e supero-inferior, como nas orientações *pitch* e *yaw*. No resultado das medidas secundárias, o DMQ da posição da linha média dentária superior foi 0,9 mm. Quando registadas no corpo de mandíbula, as diferenças lineares e angulares do mento entre os grupos com e sem a utilização do gabarito do mento foram consistentes com os resultados encontrados nas medições de resultados primários. Os autores concluíram que na utilização do protocolo CASS, o planejamento computadorizado pode ser transferido consistente e precisamente para o paciente no posicionamento da maxila e da mandíbula, no momento da cirurgia. O gabarito do mento gerado por computador oferece mais precisão no reposicionamento do seguimento do mento do que as medidas intra-operatórias.⁷⁹

Um protocolo assistido por computador foi apresentado, utilizando a navegação cirúrgica complementada por um monitor de visualização de imagem guiada interativo (VIG) para transferir o planejamento maxilar virtual com precisão. O objetivo deste estudo foi analisar a sua precisão e versatilidade *in vivo*. O protocolo consiste em imagem maxilofacial, diagnóstico, planejamento de tratamento virtual, e transferência cirúrgica intra-operatória usando um monitor VGI. A vantagem do monitor de VIG interativo é que a posição real da maxila planejada pode ser completamente sobreposta durante a cirurgia, pelo uso de uma câmara de matriz de gráficos de vídeo (VGA), aumentando assim a percepção 3D do cirurgião. Dezesesseis pacientes adultos classe III foram tratados com osteotomia bimaxilar. Sete variáveis dos tecidos duros foram escolhidos para comparar (T1-T0) o planejamento maxilar virtual (T0) com o resultado pós-operatório (T1) utilizando cefalometria 3D. A precisão clinicamente aceitável para a transferência de planejamento cirúrgico da maxila ($< 0,35$ mm) foi vista nos ângulos anteroposterior e mediolateral, e em relação à base do crânio ($< 0.35^\circ$), e precisão marginal foi vista na dimensão ortogonal ($< 0,64$ mm). Um monitor interativo VIG complementou a navegação cirúrgica, aumentando a realidade virtual e em tempo real, e forneceu uma técnica precisa de posicionamento maxilar estereotática sem uso de guia cirúrgico, que pode oferecer uma abordagem alternativa para o uso de guia cirúrgicos arbitrários e planejamento de cirurgia ortognática 2D.⁸⁰

Dai¹⁷ descreveu em seu trabalho a preocupação com a rotação mandibular durante cirurgia ortognática virtual 3D para a fabricação de um guia cirúrgico oclusal intermediário. Com o princípio de que o movimento da mandíbula durante a cirurgia ortognática 3D virtual é semelhante ao movimento de rotação *in vivo*, um método foi desenvolvido para localizar o centro geométrico do côndilo 3D utilizando o programa HyperMesh combinado com um programa Mimics. Subsequentemente, foi definido o eixo de rotação da mandíbula com base nos centros geométricos das cabeças das mandíbulas localizados bilateralmente, e a mandíbula foi, em seguida, girada em torno do eixo definido a partir da posição de contato retrusivo para imitar o movimento de rotação. Os resultados preliminares indicaram que o método apresentado poderia aproximadamente imitar o movimento de rotação da mandíbula com uma precisão relativamente alta em um ambiente 3D, o que pode melhorar a precisão da oclusal virtual do guia cirúrgico intermédio.

A eficácia do guia cirúrgico virtual dente/ósseo suportado para controlar os movimentos intra-operatórias verticais, rotacionais, e anteroposterior da maxila foi avaliada. O guia cirúrgico foi projetado para posicionar a maxila osteotomizada no momento intra-operatório, utilizando imagens de TC. Telerradiografias laterais foram obtidas uma semana antes e uma semana depois da operação para comparar os movimentos planejados e reais da maxila. O teste t pareado não mostrou diferença significativa entre os movimentos planejados e reais em ambas as medições verticais e horizontais ($P < 0,05$). A diferença entre os movimentos horizontais programados e verificados em 4 (66,7%) dos seis pacientes foi de 1 mm ou menos. Para os movimentos verticais, 5 (83,3%) dos 6 pacientes mostraram uma diferença igual a ou inferior a 1 mm. Os autores concluíram que o guia cirúrgico de 2 peças mostrou um controle preciso sobre a maxila osteotomizada e alcançou o posicionamento planejado virtualmente.⁵

Foi comparada a versatilidade e precisão de guia cirúrgico CAD/CAM, navegação intra-operatório, e guias oclusais intermaxilares "clássicos" na transferência cirúrgica do planejamento ortognático virtual. Os protocolos consistiram em imaginologia maxilofacial, diagnóstico, planejamento cirurgia virtual e transferência de planejamento cirúrgico utilizando guia cirúrgico CAD/CAM (abordagem A), navegação (abordagem B), e guias oclusais intermaxilares (abordagem C). Nesse estudo observacional, prospectivo, todos os pacientes foram submetidos a osteotomia bimaxilar. Oito pacientes foram tratados com abordagem A, 10 utilizando a abordagem B, e 12, utilizando abordagem C. Estas técnicas foram avaliadas através da aplicação de 13 parâmetros ósseos e 7 de tecidos moles para comparar o planejamento virtual ortognático (T0) com o resultado pós-operatório (T1) usando cefalometria 3D e fusão de imagens (T1 vs T0). A maior precisão (T1 vs T0) para a transferência de planejamento maxilar foi observada nos guia cirúrgicos CAD/CAM ($<0,23$ mm), seguida de navegação cirúrgica "sem guia cirúrgico" ($<0,61$ mm) e guias cirúrgicos convencionais ($<1,1$ mm). Apenas os guias cirúrgicos CAD/CAM mantiveram as cabeças das mandíbulas em sua posição central na articulação temporomandibular. No entanto, nenhuma técnica permite uma previsão precisa do tecido mole e mandíbula. Os autores concluíram que os guias cirúrgicos CAD/CAM e navegação cirúrgica proporcionam uma abordagem confiável,

inovadora, e precisa para a transferência de planejamento cirúrgico ortognático virtual. Estas técnicas assistida por computador podem oferecer uma abordagem alternativa para a utilização de guias oclusais intermaxilares clássicos.¹²

Foi descrito um protocolo a partir de registros de mordida em cera para a fabricação do guia intermediário na tentativa de substituir a cirurgia de modelos, o registo do arco facial e sua transferência para o articulador. Para isso foram realizados TCFC, digitalização intraoral e impressão 3D dos guias após o planejamento virtual. Quinze pacientes foram submetidos à cirurgia ortognática bimaxilar. Foi realizada uma TCFC pós-operatória para avaliar a diferença entre o planejamento cirúrgico virtual e real, mensurado na borda incisal do incisivo central superior, onde foi encontrada diferença de 0,50 mm (dp 0,22) no sentido sagital, 0,57 mm (dp 0,35) no vertical, e 0,38 mm (dp 0,35) no horizontal (linha média). Não houve diferença significativa entre os 3 planos: sagital ($p = 0,10$), vertical ($p = 0,69$), e horizontal ($p = 0,83$). Os autores concluíram que a precisão do guia intermediário satisfaz os requisitos clínicos para cirurgia bimaxilar.⁸¹

A precisão de um novo método para determinar o eixo transversal horizontal em modelos de estudo montados em articulador, foi discutida. Para isso, um escâner 3D de luz foi construído usando um projetor e duas câmeras CMOS. Os modelos de gesso das arcadas foram arbitrariamente montados em um articulador de valor médio. Com os dentes em oclusão, conjuntos de 10 escaneamentos foram realizados a partir de três pontos de vista diferentes. Cada varredura capturou aproximadamente seis dentes superiores e seis dentes inferiores. Os dentes nos modelos de gesso foram então abertos, criando 10 mm de separação incisal, e as três séries de 10 exames foram repetidas. De cada par de escaneamento um eixo transversal horizontal foi calculado usando um programa de computador personalizado, totalizando 900 eixos. Os locais desses eixos foram plotados em planos sagitais localizados 57,5 mm à esquerda e à direita da linha média para representar a posição das articulações temporomandibular. A precisão da localização do eixo foi então avaliada. A média de erro de raio dos eixos individuais, em comparação com o eixo real, foi de $2,65 \pm 1,01$ mm. Sessenta e um por cento dos eixos foram localizados a 3 mm do eixo verdadeiro e 99,2% dos eixos dentro de 5 mm do eixo verdadeiro. Os autores concluíram que a precisão desse método foi

cl clinicamente aceitável, porém mais estudos são necessários para confirmar a exatidão dos registros interoclusais virtuais no nível da dentição. Estudos clínicos são indicados para determinar se o eixo transversal horizontalmente sobre um paciente pode ser determinado de forma semelhante.⁸²

A precisão do reposicionamento maxilar utilizando cirurgia de modelo virtual computadorizada (CMV) foi comparada com a cirurgia de modelo em articulador convencional (CMA). Quarenta e dois pacientes que tinham sido submetidos a cirurgia bimaxilar foram investigados retrospectivamente neste estudo. Os pacientes foram divididos em dois grupos: CMA (n = 23) e CMV (n = 19) para a fabricação guia cirúrgico intermediário no posicionamento maxilar. Movimentos cirúrgicos planejados e alterações pós-cirúrgicas reais das medidas cefalométricas lateral e frontal foram comparadas. Embora as variações dos movimentos cirúrgicos planejados fossem relativamente pequenas, ambos os métodos tiveram erros estatisticamente significantes em algumas das medidas lineares. Ambos os grupos tiveram um intervalo semelhante de erros. A discrepância média absoluta entre os movimentos cirúrgicos previstos e reais para as medidas lineares foi de 1,17 mm (0-3,6 mm) na CMA e 0,95 mm (0-3,2 mm) em CMV. Do total das medições, medições refletem uma discrepância cirúrgica de mais de 2 mm ou 28 composta de 12,0% dos casos na CMA e de 7,9% em CMV. A precisão cirúrgica de posicionamento maxilar com CMV foi comparável à CMA convencional. Pelo fato de a CMV ter a vantagem de eliminar em definitivo os passos laboratoriais complexos e encurtando o tempo de laboratório, pode ser aceita como uma alternativa à CMA.⁸³

Uma revisão sistemática analisou a precisão e exatidão dos planejamentos cirúrgicos virtuais 3D ortognáticos em comparação com o resultado cirúrgico real após a cirurgia ortognática em ensaios clínicos. A busca sistemática da literatura atualizada foi conduzida para identificar ensaios clínicos com um tamanho de amostra com mais de cinco indivíduos, comparando o plano cirúrgico virtual com o resultado real. Como resultado da pesquisa um total de 428 títulos foram encontrados, dos quais apenas sete artigos foram incluídos, promovendo uma amostra combinada de 149 indivíduos. Os dados foram apresentados em três formas diferentes: coeficiente de correlação intraclasse, área de superfície 3D com uma diferença < 2 mm, e diferenças lineares e angulares 3D. Os critérios de sucesso

foram estabelecidos em uma diferença média de 2 mm em seis artigos; 125 dos 133 indivíduos incluídos nestes artigos foram considerados como terem alcançado um bom resultado. Devido às diferenças na apresentação de dados, a meta-análise não foi possível. O planejamento virtual parece ser um método preciso e reproduzível para o planejamento do tratamento em cirurgia ortognática. Uma apresentação mais uniforme dos dados é necessária para permitir a realização de uma meta-análise. Os autores observaram que até a publicação do estudo, o programa computadorizado mais utilizado no o planejamento virtual 3D em ensaios clínicos era o SimPlant (Materialise). Ensaios clínicos mais independentes são necessários para validar ainda mais a precisão do planejamento virtual.⁸⁴

Kim,⁸⁵ em 2014, desenvolveu um sistema de cirurgia ortognática integrado com o planejamento virtual 3D e transferência guiada por imagem. A cirurgia ortognática maxilar dos pacientes foi planejada virtualmente, e os resultados do planejamento foram transferidos para o modelo em gesso por orientação da imagem. Durante o planejamento virtual, o deslocamento dos pontos de referência foi confirmado pelo deslocamento de predictivo de uma cirurgia convencional em cada procedimento. Os resultados da cirurgia virtual foram transferidos para os modelos de gesso físicos diretamente através da orientação da imagem. A diferença da raiz quadrada média (RQM) entre a cirurgia virtual e cirurgia modelo convencional foi de $0,75 \pm 0,51$ milímetros em 12 pacientes. A diferença RQM entre a cirurgia virtual e a imagem de orientação foi de $0,78 \pm 0,52$ mm, o que não apresentaram diferença significativa a partir da diferença de cirurgia modelo convencional. O sistema de cirurgia ortognática guiada por imagem integrada com planejamento virtual irá substituir modelo físico planejamento cirúrgico e permitir a transferência do planejamento virtual diretamente, sem a necessidade de um guia cirúrgico intermediário.

No mesmo ano, Dai⁸⁶ apresentou um método para obter um guia cirúrgico oclusal final virtual adequado, que poderia evitar a colisão, sobreposição, ou um grande espaço excedente entre as arcadas superiores e inferiores, além de simultaneamente mover com precisão a maxila ou segmento mandibular para a posição desejada utilizando o planejamento de modelos de gesso em oclusão final na cirurgia ortognática virtual. Para a cirurgia bimaxilar, após alinhar os modelos de

gesso planejados para a maxila e mandíbula 3D, pode-se mover simultaneamente a maxila e segmento mandibular como um todo, mantendo a oclusão final planejada para a posição desejada. O presente método pode aumentar a precisão da cirurgia ortognática virtual 3D e poupar muito tempo gasto na simulação cirurgia virtual, o que também oferece um método educacional útil para cirurgias em formação e estudantes.

Um processo de produção de guias cirúrgicos intermediários e finais para cirurgia ortognática foi ilustrado, utilizando uma combinação de simulação computadorizada e modelo digital tridimensional, com sua fabricação por impressão, sem a necessidade de registros de arco facial ou a exposição à radiação ionizante adicional associada com CT. Como conclusão os autores declaram que é possível efetuar planejamento cirúrgico ortognático pela manipulação de modelos digitais ortodônticos, sem a necessidade de registros de arco facial e cirurgia de modelo, ou planejamento virtual a partir de uma abordagem com base em a TCFC.⁸⁷

Um protocolo para criar um modelo 3D foi relatado, contendo informações detalhadas do osso e da oclusão dentária, onde a mandíbula foi posicionada em relação cêntrica com auxílio de um registro em cera. Foram utilizados TC e CTFC para uma melhor visualização 3D e o planejamento do tratamento, e digitalização intraoral para obter uma imagem de um arco completo com grande precisão, e gerar assim um modelo 3D adequado.¹⁵

Uma revisão de literatura estudou o uso de técnicas assistidas por computador em cirurgia ortognática, incluindo planejamento cirúrgico, simulação, transferência intra-operatório da cirurgia virtual, e avaliação pós-operatória. Uma busca Medline, PubMed, ProQuest, e ScienceDirect foi realizada para encontrar artigos relevantes com relação à cirurgia ortognática 3D assistida por computador nos últimos 10 anos. Um total de 460 artigos foram encontrados, dos quais 174 eram publicações que abordaram o tema deste estudo. O objetivo foi apresentar uma visão geral dos métodos em relação a tecnologia assistida por computador 3D em cirurgia ortognática. A partir da avaliação, os autores concluíram que o uso da técnica assistida por computador em cirurgia ortognática fornece o benefício de

resultados funcionais e estéticos ideais, a satisfação do paciente, a transferência precisa do plano de tratamento, e a facilitação da manipulação intra-operatória.⁸⁸

Mazzoni¹¹ em 2015, desenvolveu um projeto CAD/CAM, confeccionando guias de osteotomia e placas de fixação de titânio, e assim permitiu o reposicionamento correto da maxila sem o uso de guia cirúrgico intermediário. Dez pacientes foram selecionados e um fluxo de trabalho CAD/CAM completo para cirurgia ortognática foi realizado em três etapas: 1) planejamento virtual do tratamento cirúrgico; 2) CAD/CAM e impressão 3D de dispositivos cirúrgicos personalizados (guias de osteotomia e placas de fixação de titânio); e 3) cirurgia virtual. O reposicionamento da maxila foi realizada sem o uso de guias intermaxilares, utilizando um dispositivo de CAD/CAM: o guia de corte cirúrgico foi utilizado durante a cirurgia para delimitar a linha de osteotomia que tinha sido planejada no pré-operatório no computador e as placas de fixação de titânio foram feitas sob medida permitindo reposicionamento desejado da maxila. Para avaliar a reprodutibilidade deste método cirúrgico CAD/CAM, as posições virtualmente planejadas e realmente alcançadas da maxila foram comparadas. Erros de sobreposição utilizando um valor de limiar menor que 2 mm foram avaliados e a frequência de tais erros foi utilizada como uma medição de precisão. Por esta definição, a precisão foi de 100% em 7 pacientes (intervalo em todos os pacientes, 62 e 100%; mediana, 92,7%). Os resultados tendem a confirmar que a utilização de guias de osteotomia e placas de titânio personalizadas CAD/CAM para reposicionamento da maxila representam um método promissor para a reprodução exata de planejamento virtual pré-operatório sem o uso de guias intermaxilares cirúrgicas.

3 PROPOSIÇÃO

Considerando-se a importância da precisão no diagnóstico e planejamento ortodôntico–cirúrgico virtual, propõem-se:

1. Comparar, em ambiente virtual, nos três planos do espaço, o eixo transversal horizontal mandibular obtido por meio da axiografia com aquele definido anatomicamente.
2. Comparar os efeitos das rotações mandibulares simuladas virtualmente, nas aberturas e fechamentos de 2°, 5° e 8°, sobre duas referências anatômicas, nos dois eixos transversais horizontais estudados.
3. Calcular as proporções entre os deslocamentos horizontal e vertical nos pontos LMI e Pg, separadamente, ao simular a rotação em 5°, na abertura e fechamento mandibular.
4. Calcular as proporções entre os pontos LMI e Pg, nos deslocamentos horizontal e vertical nas simulações de abertura e fechamento mandibular de 5°.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Seleção da Amostra

Foram selecionados 14 indivíduos entre aqueles inscritos para tratamento ortodôntico corretivo nos Cursos de Pós-Graduação em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da USP, por meio de exame clínico e anamnese. Todos os indivíduos assinaram um consentimento informado, concordando com os procedimentos da pesquisa. Aprovação para os procedimentos foi obtida no Comitê de Ética da Universidade de São Paulo com número de protocolo 110/2008 (Anexo A).

O objetivo inicial compreendeu identificar indivíduos que buscavam tratamento ortodôntico e que apresentavam sinais e sintomas de distúrbio musculoesquelético das ATM, exigindo período de desprogramação neuromuscular prévio ao tratamento ortodôntico, usando-se placa oclusal miorelaxante. Estes foram diagnosticados por meio do questionário RDC/DTM⁸⁹ devendo apresentar ainda, dentadura permanente completa até segundos molares, com idades entre 20 e 35 anos, sem diferenciação de gênero, de etnia, ou de maloclusão classificada segundo Angle. Foram excluídos os candidatos com outros tipos de distúrbios das ATM e com doença periodontal ativa.

4.2 Obtenção dos modelos em gesso

Os moldes das arcadas superior e inferior foram realizados duas vezes, com material de moldagem hidrocolóide irreversível Orthoprint (Zhermack S.p.a, Rovigo, Itália), tomando-se o cuidado de não perfurá-los com as pontas das cúspides dos dentes e de mantê-los livres de bolhas. Os modelos foram obtidos em gesso especial Durone tipo IV (Dentsply, Pensilvânia, EUA), na cor verde na proporção 19 ml de água para 100 gramas de gesso.

4.3 Registros da posição mandibular inicial

A posição mandibular inicial de todos os indivíduos foi registrada em cera (Almore Int. Inc. – Oregon - USA), segundo a técnica Power Centric de Roth⁹⁰ associada a técnica de Dawson⁹¹ para a localização da posição estável da mandíbula neste primeiro momento.

4.4 Montagem no articulador

Os dois pares de modelos em gesso iniciais de cada indivíduo foram montados em articulador semi-ajustável Panadent, modelo PSH (Panadent Co, California, EUA), (figura 4.1) com o auxílio do arco facial e do registro da posição mandibular inicial, seguindo-se as normas descritas no manual de instrução fornecido pelo fabricante.⁹² Um dos pares destinou-se às avaliações iniciais, e o outro, à construção da placa mio-relaxante.

Figura 4.1 - Modelos em gesso montados em articulador semi-ajustável

4.5 Desprogramação neuromuscular

A desprogramação neuromuscular foi obtida por meio de placa oclusal construída em resina acrílica, com as características de uma oclusão ideal, utilizada 24 horas por dia, durante um período médio de 12 meses (figura 4.2). Novos ajustes foram realizados semanalmente, passando a seguir, para intervalos de duas e três semanas, por tempo suficiente para obter-se facilidade de manipulação mandibular, estabilidade dos pontos de contato na placa oclusal e repetibilidade de três registros semanais consecutivos de modo a confirmar a estabilidade da posição mandibular. Esses foram realizados em cera Beauty Pink (Moyco Inc, Filadélfia, EUA), recortada na forma da arcada superior do paciente e na espessura conveniente, aquecida em água a 58° C. Durante os registros, o paciente foi orientado a fechar a boca lentamente, com o operador tocando levemente a região do mento, para evitar movimentos protrusivos e para manter a posição mandibular obtida, antes de estabelecer-se o primeiro ponto de contato dentário.

Figura 4.2 - Desprogramação neuromuscular. Inicial (A), Placa oclusal (B) e desprogramação (C)

4.6 Registros em cera, da posição mandibular estabilizada

Novos registros foram obtidos após o período de desprogramação neuromuscular, para a montagem de um terceiro par de modelos, que teve a função de documentar a maloclusão na posição mandibular estabilizada, e permitir a realização das imagens de TCFC. Esses foram realizados segundo a técnica já descrita no tópico 4.5, variando-se a espessura da cera. No primeiro registro a mandíbula foi fechada até o primeiro ponto de contato (figura 4.3 A) e nos dois seguintes, aumentou-se gradativamente a espessura dos registros (figura 4.3 B). Esses foram utilizados para verificar o eixo de rotação mandibular na montagem em articulador semi-ajustável após a axiografia.

Figura 4.3 - Registro no primeiro ponto de contato (A), três espessuras dos registros (B)

4.7 Axiografia

Sendo a axiografia um método de registro do eixo transversal horizontal verdadeiro e individual para cada paciente, essa foi realizada usando-se o axiógrafo Axi-Path III Recorder (Panadent Co, California, EUA) (figura 4.4 A e B). Esse instrumento consiste de duas partes, sendo a primeira composta por uma moldeira de plástico pré-fabricada, em três tamanhos, selecionada segundo as dimensões da arcada inferior do paciente. A mesma é individualizada e fixada nos dentes inferiores, com material de moldagem de silicone de condensação Zetaplus Soft (Zhermack S.p.a, Rovigo, Itália). Na parte anterior e superior da moldeira é inserido um

desoclusor que, em contato com os dentes anteriores superiores, garantem a desocclusão dos dentes posteriores durante os movimentos funcionais da mandíbula, sem interferências. Ainda na moldeira, é conectada uma barra transversal onde são encaixados dois braços, um de cada lado, para registrar os movimentos mandibulares na região articular direita e esquerda. Os braços possuem parafusos reguláveis que possibilitam movimentá-los para cima e para baixo, para anterior e posterior, e parafusos para imobilizá-los após a definição dos registros. Na extremidade de cada braço são conectados perpendicularmente, estilos que realizam a demarcação propriamente dita, na região de registro.

A segunda parte do sistema é composta de uma estrutura adaptada à cabeça do paciente, apoiada na região do nasio e na área superior dos pavilhões auditivos de ambos os lados, sendo estabilizada por elásticos na parte superior e posterior da cabeça. Essa estrutura possui um suporte de cada lado, posicionado à frente do pavilhão auditivo, onde são afixados papéis gráficos milimetrados. Nestes, são demarcados tanto os eixos transversais horizontais, como outros movimentos mandibulares.

Figura 4.4 - Axiógrafo vista lateral (A) e frontal (B)

Após a instalação de todo o sistema no paciente, iniciam-se os registros do eixo de rotação verdadeiro de cada cabeça da mandíbula. O paciente é orientado a realizar movimentos de abertura e fechamento pequenos e suaves, com o operador tocando levemente a região do mento, para evitar movimentos protrusivos da mandíbula, e tocando o desoclusor com os dentes anteriores superiores, até que o

eixo de rotação puro seja identificado. O operador posiciona então, os estilos nas extremidades dos braços laterais, aproximando-os dos gráficos milimetrados, sem tocá-los, e orienta o paciente a realizar movimentos de abertura e fechamento da mandíbula, ao mesmo tempo que observa a movimentação do estilo. Iniciando por um dos lados, separadamente, utilizando os parafusos ajustáveis, o estilo é movimentado para a posição em que haja movimento de rotação pura, o que indica que o eixo verdadeiro de rotação da cabeça da mandíbula foi identificado. Após confirmação do mesmo por repetição dos movimentos, este é marcado no papel milimetrado com o uso de carbono preto Bausch BK20 (Dr. Jean Bausch GmbH & Co. KG, Köln, Alemanha). Após esse momento, todos os parafusos de fixação são apertados para imobilizar o braço lateral e garantir a manutenção do registro. O mesmo processo é realizado no lado oposto.

Com os registros realizados, inicia-se a transferência do eixo transversal horizontal verdadeiro para a pele da face do paciente. Para isso, a parte superior do axiógrafo é removida. Mantendo-se a mandíbula do paciente na posição de rotação pura, aplica-se uma pequena quantidade de tinta removível na extremidade dos estilos, que são estendidos até tocar a pele do paciente, transferindo assim, o eixo transversal horizontal para a face do paciente (figura 4.5). Esse é então, encaminhado imediatamente para o serviço de obtenção de imagens por TCFC do crânio.

Figura 4.5 - Transferência do eixo transversal horizontal verdadeiro para a pele do paciente

4.8 Montagem no articulador no eixo de transversal horizontal verdadeiro

Para a montagem do modelo em gesso superior final em articulador semi-ajustável, foi realizada a transferência do eixo transversal horizontal verdadeiro da mandíbula, utilizando-se para isso, arco facial e mesa de montagem apropriados. O modelo inferior foi montado em relação ao superior com o uso do registro em cera da posição mandibular estabilizada no primeiro ponto de contato. Os modelos superiores e inferiores foram fixados às bases do articulador com gesso de montagem Elite Arti (Zhermack S.p.a, Rovigo, Itália).

4.9 Obtenção e análise das tomografias computadorizadas de feixe cônico

As imagens de TCFC foram realizadas em um aparelho Planmeca ProMax 3D Max (Planmeca – Illinois – USA), com espessura de corte das imagens de 0,4 mm, tamanho da matriz da imagem de 512 x 512 pixels, e tamanho do voxel de 0,4 milímetros. O paciente foi acomodado no aparelho, em posição natural da cabeça, com o registro de cera na altura de primeiro ponto de contato, para manter a posição estável da mandíbula. O eixo transversal horizontal verdadeiro marcado bilateralmente na face do paciente, foi identificado por meio de um cilindro plástico (figura 4.6) com orifício de 0,5 mm no centro,⁹³ de modo a tornar-se visível, na imagem de tomografia (figura 4.7). Os dados de TCFC foram armazenados em formato DICOM.

Figura 4.6 - Transferência do eixo transversal horizontal verdadeiro para a pele do paciente

Figura 4.7 - Visualização do eixo verdadeiro transferido da axiografia para o ambiente virtual

4.10 Escaneamento digital da superfície dos modelos em gesso

Os modelos em gesso superior e inferior foram digitalizados pelo escâner de superfície, 3Shape D500 (3Shape, Copenhagen Dinamarca) (figura 4.8 A) primeiramente, de forma separada para obter os detalhes da face oclusal de cada dente e, posteriormente, em oclusão na posição mandibular estabilizada no primeiro ponto de contato definido pela cera de registro descrita anteriormente (tópico 4.6). Os dados resultantes do escaneamento geraram um modelo tridimensional de cada arcada e em oclusão e foram armazenados no formato estereolitografia (STL) (figura 4.8 B).

Figura 4.8 - Escâner de superfície, 3Shape D500 (A) e modelos no formato STL (B)

4.11 Demarcação dos eixos transversal horizontal mandibular obtido por meio da axiografia e definido anatomicamente.

Os dados no formato DICOM foram importados no programa Dolphin (Dolphin Imaging & Management Solutions, Califórnia, USA), a partir do qual orientou-se, inicialmente, a posição da cabeça de cada indivíduo, segundo os planos horizontal de Frankfort e sagital mediano. Posteriormente, realizou-se a segmentação do crânio, mandíbula e eixo verdadeiro. Os modelos virtuais 3D das arcadas em formato STL superior e inferior foram importados, sobrepostos e agrupados ao crânio e à mandíbula, respectivamente, segundo métodos estudados previamente.^{28,37,65} O eixo verdadeiro foi vinculado a mandíbula. Todos os dados foram arquivados em formato STL separadamente. (figura 4.9)

Figura 4.9 - Modelo do crânio virtual 3D dividido em dois segmentos, crânio, maxila (cinza) e arcada superior (roxo), e mandíbula, eixo de rotação e arcada inferior (verde) (Dolphin)

As superfícies em formato STL foram exportadas para o programa 3ds Max (Autodesk Inc., Califórnia, USA), onde foi marcado um ponto no centro de cada cabeça da mandíbula, por dois examinadores experientes e calibrados (figura 4.10A e B). Esses foram demarcados duas vezes com um intervalo de uma semana.

Figura 4.10 - Pontos anatômicos marcados pelos dois observadores no programa 3ds Max. Visão frontal (A) e lateral (B)

A marcação se deu por inspeção anatômica diretamente, na reconstrução 3D, em uma sala escura, disponibilizando o tempo necessário para cada observador finalizar a marcação.

4.11.1 Comparação intra e inter-examinadores da identificação do eixo anatômico

Após esse processo, todas as coordenadas nos planos x, y e z de cada ponto foram registradas e exportadas para planilha do programa Microsoft Office Excel (Microsoft Corporation, Washington, EUA), sendo estes utilizados para calcular estatisticamente a reprodutibilidade inter examinador e intra examinadores pelo coeficiente de correlação intra classe.

4.11.2 Comparação entre os dois eixos estudados

A distância absoluta entre os pontos dos eixos verdadeiro e anatômico foi calculada nos planos horizontal e vertical, e não foi considerada a diferença no plano transversal, pois esta foi eliminada pela projeção do ponto verdadeiro na mesma posição transversal do ponto anatômico (figura 4.11). Foi utilizada a seguinte fórmula:

$$D = \sqrt{(y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$$

onde y_1 é a coordenada horizontal do ponto anatômico;

y_2 é a coordenada horizontal do ponto verdadeiro;

z_1 é a coordenada vertical do ponto anatômico;

z_2 é a coordenada vertical do ponto verdadeiro.

Figura 4.11 - Diferença absoluta entre os pontos dos eixos anatômico (vermelho) e verdadeiro (verde)

As distâncias foram decompostas em vetores (distâncias vetoriais) e calculadas com intenção de considerar a direção da diferença entre o eixo anatômico e verdadeiro (figura 4.12). A diferença foi calculada pela subtração do valor da coordenada do eixo verdadeiro do anatômico. Os valores positivos demonstram a posição anterior e inferior do eixo verdadeiro em relação ao anatômico, enquanto os negativos a posição posterior e superior.

Figura 4.12 -Distâncias vetoriais (vertical e horizontal) entre os pontos dos eixos anatômico (vermelho) e verdadeiro (verde)

4.11.3 Comparação da simulação virtual das rotação mandibulares segundo os eixos estudados

Os possíveis efeitos dos diferentes eixos transversais horizontais mandibulares estudados sobre a face dos indivíduos foram analisados usando-se como referência dois pontos esqueléticos. Para tanto, utilizou-se o programa Dolphin, a partir do qual foram demarcados os pontos anatômicos segundo o quadro 4.1,

observando-se os 3 planos do espaço (sagital, axial e coronal), assim como a reconstrução 3D.

Quadro 4.1 -Pontos anatômicos e definições

Ponto Anatômico	Termo original	Definição
LMI	Linha média inferior	Ponto situado na linha média dentária inferior
Pg	Pogônio	Ponto mais anterior do contorno anterior da sínfise mentoniana

Após essa etapa, inicialmente foi selecionado o eixo de rotação anatômico (figura 4.13) e a mandíbula foi rodada 2°, 5° e 8° nos sentidos horário e anti-horário, simulando a abertura e o fechamento mandibular (figura 4.14). Mediu-se então, a variação dos pontos descritos, nos planos horizontal, vertical e transversal. A diferença foi calculada pela subtração do valor no eixo verdadeiro do anatômico. Os valores positivos da diferença revelam posicionamento, anterior, superior, e esquerdo enquanto os valores negativos da diferença demonstram posicionamento posterior, inferior, e direito.

Figura 4.13 – Seleção do ponto do eixo transversal horizontal anatômico nos 3 planos de visualização e reconstrução 3D

Figura 4.14 – Simulação da abertura mandibular. Inicial (A), 2° (B), 5° (C) e 8° (D)

O processo descrito foi repetido, usando agora, para as rotações mandibulares horárias e anti-horárias, as imagens dos eixos transversais horizontais verdadeiros representados nos cortes tomográficos, pela imagem do cilindro plástico proveniente da axiografia (figura 4.15).

Figura 4.15 – Seleção do ponto do eixo transversal horizontal verdadeiro nos 3 planos de visualização e reconstrução 3D

4.11.4 Proporções entre os deslocamentos dos pontos estudados

As proporções entre os deslocamentos horizontal e vertical dos pontos LMI e Pg, e entre os pontos, foi calculado tendo como base o movimento horizontal do ponto LMI. Assim foram calculadas as proporções entre os movimentos horizontal e vertical, de cada ponto na abertura e fechamento, assim como a proporção entre os dois pontos estudados no plano horizontal e vertical, para os dois sentidos de deslocamento.

4.12 Análise estatística

Todas as variáveis foram representadas por médias e desvio padrão. A normalidade da distribuição das variáveis foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov em $p < 0,05$. Verificou-se que todas as variáveis foram distribuídas

normalmente e, desta forma, foram utilizados testes paramétricos. Foi realizado o cálculo do tamanho da amostra.

A reprodutibilidade intra examinador dos pontos do eixo anatômicos foi calculada pelo coeficiente de correlação intra classe (CCI) entre as 2 repetições destes pontos de cada examinador. A reprodutibilidade inter examinadores foi determinada pelo mesmo coeficiente utilizando a primeira localização de cada examinador.

Foram medidas as distâncias absolutas entre os pontos anatômico e verdadeiro e apresentado o número de ocorrências, em intervalos, dessas distâncias e de suas respectivas porcentagens. As distâncias foram comparadas entre os lados direito e esquerdo pelo teste t pareado, assim como sua decomposição nos planos vertical e horizontal.

As distâncias vetoriais foram calculadas considerando a sua direção e sentido, e foram comparadas entre os lados direito e esquerdo pelo teste t pareado, e apresentadas o número de ocorrência e porcentagem em cada sentido.

As diferenças médias das posições dos pontos LMI e Pg entre as duas simulações de rotação nos 2 eixos transversais horizontais foram calculadas e comparadas pelo teste t pareado, nos 3 planos do espaço.

Em todos os testes, foi adotado nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Todos os procedimentos estatísticos foram executados no programa Statistical Package for Social Sciences (versão 18.0; SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

5 RESULTADOS

A reprodutibilidade intra examinador do ponto do eixo anatômico foi excelente para todos os planos do espaço, onde o coeficiente de correlação intra classe (CCI) variou de 0,998 a 1 e a reprodutibilidade inter examinadores também se apresentou excelente para todos os planos, onde CCI variou de 0,983 a 1.

A tabela 5.1 mostra o número de ocorrências e respectivas porcentagens em relação a distribuição das distâncias. No geral, 67,86% (19) dos pontos estavam localizados num raio de 5 mm do eixo verdadeiro, e 3,57% (1) estavam dentro de um raio de 2 mm. Foram encontradas 21,43% (6) das distâncias entre 5 e 8 mm e 10,71% (3), acima de 8 mm.

Tabela 5.1 - Número de ocorrências e porcentagem das distâncias entre os eixos anatômico e verdadeiro

distância	0 – 2 mm	2 – 5 mm	5 – 8 mm	8 – 14 mm
Número	1	18	6	3
Porcentagem	3,57%	64,29%	21,43%	10,71%

O gráfico 5.1 mostra a distribuição dos 28 pontos dos eixos verdadeiros em relação ao eixo arbitrário.

Gráfico 5.1 - Distribuição dos pontos dos eixos verdadeiros em relação ao eixo arbitrário

As distâncias médias absolutas entre os eixos estão demonstradas na tabela 5.2. A distância média absoluta entre os pontos anatômicos e verdadeiros para todas as localizações foi de $4,79 \pm 2,59$ mm, com uma distância média de $4,77 \pm 2,65$ mm para o lado direito e de $4,82 \pm 2,62$ mm para o esquerdo. O intervalo para ambos os lados direito e esquerdo foi de 1,41 a 13,21 mm. O teste *t* pareado indicou não haver diferença significativa entre os pontos esquerdo e direito ($p < 0,05$).

No sentido horizontal a distância média absoluta foi de $2,81 \pm 1,95$ mm, sendo $3,08 \pm 1,83$ mm para o lado direito e $2,55 \pm 2,10$ mm para o esquerdo. O

intervalo para ambos os lados foi de 0,04 a 8,03 mm. Não houve diferença significativa entre os lados direito e esquerdo ($p < 0,05$).

No sentido vertical a distância média absoluta foi de $3,40 \pm 2,55$ mm, sendo $3,28 \pm 2,52$ mm para o direito e $3,52 \pm 2,67$ mm para o esquerdo. O intervalo para ambos os lados foi de 0,51 a 10,49 mm. Não houve diferença significativa entre os lados direito e esquerdo ($p < 0,05$).

Tabela 5.2 - Média, desvio padrão das distâncias absolutas entre os eixos anatômico e axiografia, e teste t

Plano	Direito		Esquerdo		p	Média dir e esq	
	média	dp	média	dp		média	dp
Distância	4,77	2,65	4,82	2,62	0,921ns	4,79	2,59
Horizontal	3,08	1,83	2,55	2,10	0,146ns	2,81	1,95
Vertical	3,28	2,52	3,52	2,67	0,672ns	3,40	2,55

ns - diferença estatisticamente não significativa;

Valores +, posição anterior ou inferior

Valores -, posição posterior ou superior

A média das distâncias vetoriais entre os eixos estudados está representada na tabela 5.3. A distância média entre os pontos anatômico e verdadeiro no plano horizontal foi de $2,33 \pm 2,53$ mm, com uma distância média de $2,66 \pm 2,43$ mm para o lado direito e de $1,99 \pm 2,67$ mm para o esquerda. O intervalo para ambos os lados direito e esquerdo foi -2,13 a 8,03 mm. O teste t pareado indicou não haver diferença significativa entre os pontos esquerdo e direito ($p < 0,05$).

No plano vertical a distância média foi de $3,03 \pm 2,99$ mm, sendo $3,03 \pm 2,83$ mm para o direito e $3,03 \pm 3,25$ mm para o esquerdo. O intervalo para ambos os lados foi -2,57 a 10,49 mm. Não houve diferença significativa entre os lados direito e esquerdo pelo teste t pareado ($p < 0,05$).

Tabela 5.3 - Média, desvio padrão das distâncias vetoriais entre os eixos anatômico e verdadeiro, e teste *t*

Plano	Direito		Esquerdo		p	Média dir e esq	
	média	dp	média	dp		média	dp
Horizontal	2,66	2,43	1,99	2,67	0,225ns	2,33	2,53
Vertical	3,03	2,83	3,03	3,25	0,997ns	3,03	2,99

ns - diferença estatisticamente não significativa

valores +, posição anterior ou inferior

valores -, posição posterior ou superior

A tabela 5.4 mostra o número de ocorrências e respectivas porcentagens em relação a distribuição das distâncias vetoriais. Foram encontrados 71,43% (20) dos pontos dos eixos obtidos pela axiografia na posição anteroinferior (AI) em relação ao ponto anatômico. Foram encontrados 7,14% (2) na posição anterossuperior (AS), 17,86% (5) pósteroinferior (PI) e 3,15% (1) pósterosuperior.

Tabela 5.4 - Número de ocorrências e porcentagens da direção das distâncias entre os eixos anatômico e verdadeiro. Anteroinferior (AI), anterossuperior (AS), pósteroinferior (PI) e pósterosuperior

Posição	AI	AS	PI	PS
Número	20	2	5	1
Porcentagem	71,43%	7,14%	17,86%	3,57%

A diferença média da posição dos pontos LMI (linha média inferior) e Pogônio (Pg) no plano horizontal como consequência da rotação mandibular de 2° de abertura nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.5. Foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI foi de -0,37 a 0,01 e -0,36 a 0,02 para Pg.

Tabela 5.5 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano horizontal pela rotação de 2° de abertura mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	-1,602	0,145	-1,470	0,125	0,0004*	-0,132	0,105
Pg	-2,642	0,209	-2,511	0,196	0,0005*	-0,131	0,106

* - diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

valores +, posição anterior;

valores -, posição posterior.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano horizontal como consequência da rotação mandibular de 5° de abertura nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.6. Foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI foi de -0,93 a 0,02 e -0,94 a 0,02 para Pg.

Tabela 5.6 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano horizontal pela rotação de 5° de abertura mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	-4,184	0,360	-3,849	0,316	0,0004*	-0,334	0,263
Pg	-6,767	0,515	-6,430	0,491	0,0004*	-0,337	0,264

* - diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

valores +, posição anterior;

valores -, posição posterior.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano horizontal como consequência da rotação mandibular de 8° de abertura nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.7. Foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI foi de -1,53 a 0,01 e -1,53 a 0,02 para Pg.

Tabela 5.7 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano horizontal pela rotação de 8° de abertura mandibular nos eixos anatômicos e verdadeiro. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	-6,969	0,573	-6,427	0,509	0,0003*	-0,542	0,423
Pg	-11,069	0,821	-10,524	0,786	0,0003*	-0,545	0,424

* - diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

valores +, posição anterior;

valores -, posição posterior.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano horizontal como consequência da rotação mandibular de 2° de fechamento nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.8. Foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI foi de -0,01 a 0,36 e -0,02 a 0,35 para Pg.

Tabela 5.8 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano horizontal pela rotação de 2° de fechamento mandibular nos eixos anatômicos e verdadeiro. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	1,511	0,146	1,376	0,125	0,0004*	0,135	0,108
Pg	2,559	0,209	2,426	0,197	0,0005*	0,133	0,107

* - diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

valores +, posição anterior;

valores -, posição posterior.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano horizontal como consequência da rotação mandibular de 5° de fechamento nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.9. Foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI foi de -0,05 a 0,87 e -0,05 a 0,87 para Pg.

Tabela 5.9 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano horizontal pela rotação de 5° de fechamento mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	3,596	0,370	3,268	0,313	0,0005*	0,329	0,266
Pg	6,227	0,524	5,896	0,490	0,0005*	0,331	0,268

* - diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

valores +, posição anterior;

valores -, posição posterior.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano horizontal como consequência da rotação mandibular de 8° de fechamento nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.10. Foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI e Pg foi de -0,10 a 1,35.

Tabela 5.10 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano horizontal pela rotação de 8° de fechamento mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	5,452	0,598	4,936	0,500	0,0006*	0,516	0,427
Pg	9,677	0,843	9,161	0,784	0,0006*	0,516	0,425

* - diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

valores +, posição anterior;

valores -, posição posterior.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano transversal como consequência da rotação mandibular de 2° de abertura nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.11. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI foi de -0,10 a 0,14 e -0,94 a -0,11 a -0,12 para Pg.

Tabela 5.11 – Médias e desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano transversal pela rotação de 2° de abertura mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Médias e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	-0,002	0,049	-0,001	0,073	0,9360ns	-0,001	0,065
Pg	0,006	0,064	-0,004	0,074	0,5349ns	0,010	0,059

ns - diferença estatisticamente não significativa;
valores +, posição esquerda;
valores -, posição direita.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano transversal como consequência da rotação mandibular de 5° de abertura nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.12. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI foi de -0,26 a 0,33 e -0,27 a 0,31 para Pg.

Tabela 5.12 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano transversal pela rotação de 5° de abertura mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	-0,002	0,124	0,001	0,178	0,9329ns	-0,004	0,156
Pg	0,017	0,163	-0,014	0,180	0,4439ns	0,031	0,146

ns - diferença estatisticamente não significativa;
valores +, posição esquerda;
valores -, posição direita.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano transversal como consequência da rotação mandibular de 8° de abertura nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.13. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI foi de -0,26 a 0,52 e -0,44 a 0,48 para Pg.

Tabela 5.13 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI, e Pg e teste *t* no plano transversal pela rotação de 8° de abertura mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	0,028	0,174	0,001	0,282	0,6452ns	0,027	0,215
Pg	0,030	0,264	-0,020	0,286	0,4342ns	0,050	0,232

ns - diferença estatisticamente não significativa;
valores +, posição esquerda;
valores -, posição direita.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano transversal como consequência da rotação mandibular de 2° de fechamento nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.14. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI foi de -0,14 a 0,10 e -0,13 a 0,11 para Pg.

Tabela 5.14 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano transversal pela rotação de 2° de fechamento mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	0,002	0,045	0,000	0,075	0,9065ns	0,002	0,067
Pg	-0,004	0,062	0,006	0,074	0,5575ns	-0,010	0,062

ns - diferença estatisticamente não significativa;
valores +, posição esquerda;
valores -, posição direita.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano transversal como consequência da rotação mandibular de 5° de fechamento nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.15. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI foi de -0,36 a 0,25 e -0,33 a 0,28 para Pg.

Tabela 5.15 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano transversal pela rotação de 5° de fechamento mandibular nos eixos anatômico e axiografia. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	0,003	0,111	-0,004	0,188	0,8878ns	0,006	0,167
Pg	-0,011	0,154	0,007	0,185	0,6592ns	-0,019	0,154

ns - diferença estatisticamente não significativa;
valores +, posição esquerda;
valores -, posição direita.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano transversal como consequência da rotação mandibular de 8° de fechamento nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.16. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI foi de -0,56 a 0,40 e -0,54 a 0,45 para Pg.

Tabela 5.16 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano transversal pela rotação de 8° de fechamento mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	0,006	0,175	-0,006	0,303	0,8598ns	0,013	0,267
Pg	-0,016	0,243	0,011	0,301	0,6906ns	-0,027	0,249

ns - diferença estatisticamente não significativa;
valores +, posição esquerda;
valores -, posição direita.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano vertical como consequência da rotação mandibular de 2° de abertura nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.17. Foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI foi de -0,30 a 0,03 e -0,31 a 0,03 para Pg.

Tabela 5.17 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano vertical pela rotação de 2° de abertura mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	-2,734	0,227	-2,646	0,240	0,0037*	-0,088	0,093
Pg	-2,492	0,245	-2,404	0,254	0,0040*	-0,089	0,095

* - diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

valores +, posição superior;

valores -, posição inferior.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano vertical como consequência da rotação mandibular de 5° de abertura nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.18. Foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI e Pg foi de - 0,75 a 0,10.

Tabela 5.18 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano vertical pela rotação de 5° de abertura mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	-6,725	0,566	-6,514	0,603	0,0054*	-0,211	0,237
Pg	-6,056	0,613	-5,841	0,632	0,0047*	-0,215	0,237

* - diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

valores +, posição superior;

valores -, posição inferior.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano vertical como consequência da rotação mandibular de 8° de abertura nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.19. Foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI foi de -1,16 a 0,16 e -1,16 a 0,17 para Pg.

Tabela 5.19 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano pela vertical rotação de 8° de abertura mandibular nos eixos anatômico e axiografia. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	-10,579	0,910	-10,249	0,960	0,0061*	-0,331	0,378
Pg	-9,396	0,987	-9,070	1,010	0,0065*	-0,326	0,377

* - diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

valores +, posição superior;

valores -, posição inferior.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano vertical como consequência da rotação mandibular de 2° de fechamento nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.20. Foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI e Pg foi de -0,03 a 0,32.

Tabela 5.20 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano vertical pela rotação de 2° de fechamento mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	2,791	0,223	2,694	0,242	0,0018*	0,096	0,092
Pg	2,585	0,238	2,489	0,253	0,0017*	0,096	0,091

* - diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

valores +, posição superior;

valores -, posição inferior.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano vertical como consequência da rotação mandibular de 5° de fechamento nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.21. Foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI foi de -0,06 a 0,83 e -0,07 a 0,83 para Pg.

Tabela 5.21 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano vertical pela rotação de 5° de fechamento mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	7,070	0,555	6,824	0,605	0,0015*	0,246	0,229
Pg	6,625	0,596	6,379	0,635	0,0016*	0,246	0,232

* - diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

valores +, posição superior;

valores -, posição inferior.

A diferença média da posição dos pontos LMI e Pg no plano vertical como consequência da rotação mandibular de 8° de fechamento nos diferentes eixos transversal horizontal mandibular está descrita na tabela 5.22. Foram encontradas diferenças estatisticamente significante para todas as medidas estudadas. O intervalo para LMI foi de -0,08 a 1,35 e -0,09 a 1,36 para Pg.

Tabela 5.22 – Média, desvio padrão das diferenças na posição dos pontos LMI e Pg e teste *t* no plano vertical pela rotação de 8° de fechamento mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Média e desvio padrão da diferença das médias entre os dois eixos

Ponto	Anatômico		Verdadeiro		p	Média da diferença	dp
	média	dp	média	dp			
LMI	11,451	0,883	11,044	0,968	0,0011*	0,407	0,367
Pg	10,852	0,946	10,444	1,014	0,0012*	0,408	0,370

* - diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

valores +, posição superior;

valores -, posição inferior.

As proporções entre os deslocamentos horizontal e vertical dos pontos LMI e Pg, e entre os pontos, está descrita na tabela 5.23. A proporção do deslocamento do ponto LMI na abertura mandibular de 5°, foi de 1:1,65, enquanto que para Pg a proporção foi de 1:0,90, e entre os pontos no plano horizontal foi de 1:164, e no vertical, de 1:0,90. No fechamento mandibular de 5°, a proporção entre os deslocamentos horizontal e vertical na LM foi de 1:2,02 e no Pg foi de 1:1,07, e entre os pontos no plano horizontal foi de 1:1,77, e no plano vertical, de 1:0,94.

Tabela 5.23 – A proporção entre os deslocamentos horizontal e vertical nos pontos LIM e Pg na abertura e fechamento mandibular de 5°, e proporção entre os pontos nos planos horizontal e vertical

Ponto	Abertura			Fechamento		
	Horizontal	Vertical	Proporção	Horizontal	Vertical	Proporção
LMI	-1,00	-1,65	1:1,65	1,00	2,02	1:2,02
Pg	-1,64	-1,48	1:0,90	1,77	1,89	1:1,07
Proporção	1:1,64	1:090		1:1,77	1:094	

valores +, posição anterior e superior;
valores -, posição posterior e inferior.

6 DISCUSSÃO

O eixo transversal horizontal, descrito como "uma linha imaginária sobre a qual a mandíbula pode girar no plano sagital",²³ tem sido utilizado como referência para reproduzir este movimento, em modelos de gesso montados em articulador. A determinação desse eixo é realizada comumente de maneira arbitrária pela localização de pontos anatômicos bilaterais na região da ATM e a utilização de um arco facial para a relatada transferência. A localização anatômica do eixo mencionado tem sido realizada adotando-se referências como o Plano de Camper, métodos de palpação na região da ATM, assim como utilizando-se instrumentos cinemáticos.

Estudos foram realizados com a intenção de investigar a diferença entre os eixos de rotação arbitrário descritos e eixos cinemáticos, assim como a expressão e importância clínica desta diferença. Os resultados mostraram-se variados, considerando-se as distâncias e as direções entre os dois eixos, indo desde diferenças desprezíveis, indicando que seria desnecessário localizar o eixo verdadeiro,²⁷ até distâncias maiores, o que exigiria a localização específica do mesmo, para a execução de procedimentos em Odontologia. Ressaltam-se os estudos de McCollum²⁹ e Walker³⁴, que consideraram importante determinar o eixo de forma cinemática, pois pontos de referência anatômicos externos não seriam suficientes para indicar a posição exata do eixo de abertura, assim como, a localização arbitrária encontrada não poderia representar de forma confiável o eixo horizontal transversal verdadeiro. O planejamento da rotação mandibular, principalmente em cirurgias de impacção maxilar, também tem adotado como referência, o centro radiográfico da cabeça da mandíbula.⁴⁵

No presente estudo, foi comparada a diferença absoluta entre o eixo transversal horizontal determinado por pontos anatômicos demarcados em imagens de TCFC e o eixo verdadeiro, resultante do exame da axiografia transferido para o ambiente virtual. O estudo envolveu 14 indivíduos e, consequentemente, 28 cabeças mandibulares. Os eixos verdadeiros localizados 67,68% (19) dos casos, num raio de 5 mm de distância dos arbitrários em (Tabela

2.1), ocorreram em menor porcentagem do que aquela observada por Schallhorn,²⁸ que variou entre 97% e 98% dos casos e por Keeling,⁸² que encontrou 99,2% dos eixos estudados a uma distância de 5 mm dos eixos verdadeiros. Por sua vez, os resultados do presente estudo se aproximam dos de Morneburg,³⁷ que encontrou 63% dos eixos arbitrários a uma distância de 5 mm dos eixos verdadeiros.

Quando diminuídos os raios de observação para distâncias menores, Keeling⁸² encontrou 61,3% dos casos, num raio de 3 mm. Numa distância de até 2 mm, Nagy⁴⁰ observou 96% das diferenças, considerando esse, um intervalo clinicamente aceitável para a diferença entre os eixos em questão, em contraposição aos 5 mm propostos em estudos anteriores. Tais resultados contrastam de forma nítida dos encontrados no presente estudo, que constatou 3,57% (1) dos casos, num raio de 2 mm. Partindo dessa informação, a discordância entre o presente estudo e os demais citados, parece ainda maior. Por outro lado, esses últimos dados parecem concordar com os de Lauritzen,³⁰ onde apenas 6% da amostra estudada apresentaram diferença de até 2 mm entre os eixos.

As distâncias absolutas entre os dois eixos (Tabela 5.2), observadas nesse estudo, com média de 4,79 mm ($\pm 2,59$), e intervalo de 1,41 a 13,21 mm, não apresentam diferença estatisticamente significativa entre os lado direito e esquerdo, e concordam com Nagy,⁴⁰ embora tanto seus resultados absolutos (1,1 mm) como os intervalos medidos, tenham sido numericamente menores. O mesmo acontece em relação ao trabalho de Keeling,⁸² onde as diferenças médias entre os eixos foram de 2,65 mm, assim como Lemoine¹⁴ que encontrou diferenças de 2,87 mm. Apesar desses resultados, Morneburg,³⁷ utilizando metodologia semelhante a de Nagy,⁴⁰ encontrou distância média de 4,7 mm ($\pm 2,9$), com intervalo de 0,7 a 10,8 mm, aproximando-se dos resultados apresentados por esse estudo, que adotou como referencia para o eixo arbitrário, o centro anatômico tridimensional, demarcado nas imagens de TCFC.

Ao decompor as distâncias absolutas em distâncias vetoriais (Tabela 5.3), de sentidos vertical e horizontal, no plano sagital, encontrou-se, neste estudo,

diferença entre os eixos anatômicos e verdadeiros, com média de 3,03 ($\pm$ 2,99) no sentido vertical e de 2,33 ($\pm$ 2,53), no horizontal, resultando numa direção anteroinferior em 71,43% (20) dos casos (Tabela 5.4). Por sua vez, Nagy⁴⁰ observou que os pontos foram distribuídos uniformemente em torno do eixo cinemático, havendo porém, um número ligeiramente maior no quadrante posterior-inferior. Rekow⁵⁰ encontrou grande variação na localização do eixo de rotação em cirurgia de impacção maxilar, não sendo este encontrado na região da cabeça da mandíbula, e sim em alguma posição imprevisível e longe da região da ATM. Sperry⁴⁷ sustenta a possibilidade do eixo transversal horizontal da mandíbula se situar na região do processo mastóide. Brewka³⁵ descreve que 53,32% dos eixos verdadeiros estão localizados no sentido pósterio-inferior, em relação ao eixo anatômico cefalométrico, sendo 0,23 mm para trás e 2,47 para baixo. Morneburg³⁷ descreveu uma distribuição semelhante a relatada por esse trabalho, porém, com distâncias ligeiramente menores, com média de 1,3 mm no sentido horizontal e 1,9 mm, no sentido vertical. Valores aparentemente discrepantes aos do presente estudo (14,9 mm abaixo e 5,0 mm atrás) foram encontrados por Nattestad⁴⁹. Salienta-se, porém, que o eixo anatômico adotado como referência para avaliar a distância em relação ao eixo verdadeiro, localizou-se na superfície superior da cabeça da mandíbula. Já, tendo adotado referência semelhante à do presente estudo, porém, em telerradiografia lateral da face, Wang⁵⁴ encontrou o eixo verdadeiro, 19,6 mm abaixo e 2,5 mm atrás do anatômico.

Como já mencionado, a localização do eixo transversal horizontal tem sido também, de interesse, nos planejamentos cirúrgicos, de modo a prever os efeitos da rotação mandibular decorrente de variações verticais da maxila, assim como, da abertura da mandíbula, para a construção do guia cirúrgico. Inicialmente, esta abordagem teve seu foco voltado para situações onde somente a cirurgia da maxila fosse realizada, principalmente envolvendo movimentos verticais, com a intenção de prever a sua posição e conseqüentemente, os resultados estéticos. Essas informações colaboram para avaliar a necessidade de realizar a cirurgia mandibular, concomitantemente.

A imprecisão do registro do centro de rotação verdadeiro da mandíbula poderia ser uma das causas das diferenças encontradas entre os resultados dos planejamentos cirúrgicos e pós-operatórios reais, especialmente quando necessária grande rotação da mandíbula.⁴⁹ Poderia ainda, resultar em discrepância horizontal na oclusão dentária final devida à construção incorreta do guia cirúrgico.⁴⁶

Ao adotarem como eixos de rotação para realizar a cirurgia maxilar, os pontos condílio, o centro da cabeça da mandíbula e um ponto localizado no processo mastóide, Bryan e Hunt⁵¹ consideraram este último, o mais acurado. Porém, em outro estudo Bryan,⁵² com uma amostra maior, reportou que os 3 pontos promovem um movimento mandibular próximo ao movimento pós-cirúrgico maxilar e todos foram considerados igualmente válidos.

O advento do planejamento cirúrgico virtual parece ter trazido vantagens em relação ao planejamento convencional, destacando-se a previsão das sobreposições das estruturas anatômicas que podem ocorrer durante a cirurgia, a maior precisão da análise de assimetria, a realização da cefalometria 3D, a possibilidade de desenvolver vários planos de tratamento, assim como, a construção de guias cirúrgicos por tecnologia CAD/CAM.⁶⁷ De acordo com Hsu,⁷⁹ ao realizar planejamentos cirúrgicos em ambiente virtual, diferenças lineares de até 2 mm, assim como variações angulares de 4° são consideradas clinicamente aceitáveis, pois seriam imperceptíveis no pós-operatório. Também segundo esta técnica, a determinação do eixo horizontal transversal continuou sendo importante para simular o movimento de rotação mandibular,³ pois, as variações anatômicas das cabeças das mandíbulas não permitiriam a localização precisa do mesmo. Na tentativa de solucionar tais limitações, ao construir o guia cirúrgico virtual intermediário, com finalidade de posicionar a maxila, Metzger³ propõe uma técnica de aquisição de TCFC, já com a mandíbula aberta o suficiente. Entretanto, tal medida pode ser insuficiente, quando ocorrerem sobreposições dos segmentos ósseos durante o planejamento, como no movimento anti-horário e avanço da maxila, o que exigiria, de toda forma, rotações mandibulares. Nessas situações, o autor recomenda então, um ponto na superfície superior das cabeças das mandíbulas direita e esquerda, como eixo de rotação da mandíbula. Da mesma

forma, em cirurgias onde a maxila será abaixada, Sun⁸¹ e Swennen⁶⁷ propõem obter as imagens virtuais interpondo-se um registro em cera, de espessura correspondente ao movimento vertical desejado, evitando, assim, possíveis imprecisões decorrentes da rotação da mandíbula. Kwon⁸³ concorda com as limitações relatadas para simular o eixo de rotação da mandíbula, virtualmente, e sugere investigações sobre o assunto. Dai¹⁷ compartilha das afirmações de Kwon, e localiza o eixo de rotação nos centros geométricos 3D das cabeças das mandíbulas, declarando que sua definição exata é um dos passos mais importantes no processo do planejamento cirúrgico virtual.

Na tentativa de substituir o apoio na mandíbula e os possíveis erros decorrentes da rotação deste osso para reposicionar a maxila, Li⁶ descreve um guia cirúrgico que se apoia acima da osteotomia Le Fort I. Porém, ressalta limitações na utilização dessa técnica como em casos de segmentação maxilar, presença de parede do seio maxilar delgada e cirurgias unicamente da maxila, onde a oclusão final pode ser prejudicada. Essa mesma abordagem também é relatada por Bai^{8, 10} e Mazzoni.¹¹ Este último ressalta a instabilidade da mandíbula como referência para posicionar a maxila, por meio de um guia cirúrgico.

Na tentativa de contribuir com métodos mais precisos para os planejamentos cirúrgicos virtuais, calculou-se, neste estudo, a diferença nos três planos do espaço entre a posição inicial de 2 pontos anatômicos localizados na linha média inferior (incisivo e pogônio) e as posições correspondentes após a rotação mandibular nos dois eixos estudados, tanto na abertura como no fechamento. Essas rotações foram divididas em 3 magnitudes (2°, 5° e 8°) com a intenção de simular situações reais encontradas durante o planejamento virtual. Após esse cálculo, foi realizada a subtração entre as diferenças do eixo anatômico e verdadeiro para cada quantidade de rotação nos três planos.

Para todos os pontos nas três rotações, tanto na abertura como no fechamento, foi observada diferença estatisticamente significativa nos sentidos horizontal e vertical. Ao abrir a mandíbula em torno do eixo anatômico, todos os pontos estudados localizaram-se em posições mais posteriores e inferiores do que quando rodada nesta mesma direção, com fulcro no eixo verdadeiro. Ao

fechar a mandíbula, os pontos estudados localizaram-se, por sua vez, em posições mais anteriores e superiores, do que quando usado o eixo anatômico. Tal fato se explica pela diferença entre os eixos anatômico e verdadeiro, uma vez que este último localizou-se 2,33 mm mais anteriormente e 3,03 mm mais inferiormente do que o primeiro. Com isso, geraram-se raios de dimensões diferentes. No plano frontal, não só as diferenças transversais entre os 2 pontos estudados foram de magnitude desprezível, como também não foram observadas diferenças estatisticamente significantes em todas as situações citadas.

Ao comparar o ponto LMI resultante, após abrir a mandíbula em 2°, 5° e 8° no eixo anatômico, verificou-se que o referido ponto localizou-se em média, respectivamente mais para trás 0,132, 0,334 e 0,542 mm e 0,088, 0,211 e 0,331 mm mais para baixo do que quando adotado o eixo verdadeiro. No fechamento, as diferenças foram de 0,135, 0,329 e 0,516 mm mais para anterior e 0,096, 0,246 e 0,407 mm mais para superior. Em relação ao ponto Pg, as diferenças foram muito semelhantes, apresentando variações em relação aos resultados do ponto LMI de apenas milésimos de milímetros. Embora as diferenças mencionadas sejam estatisticamente significantes, foram de pequena magnitude, portanto, de relevância clínica potencialmente pequena nos planejamentos cirúrgicos, porém, podem implicar em impacto relevante no planejamento das reabilitações protéticas e dos ajustes oclusais. Seria então, possível inferir que não haveria efeito considerável sobre a posição da maxila, ao determinar-se sua posição final, por meio de guias cirúrgicos intermediários construídos a partir de um ou outro eixo. Destaca-se que as maiores variações médias encontradas entre os dois eixos estudados foram na simulação de abertura da mandíbula de 8°, onde o ponto Pg variou 0,545 mm e o ponto LMI 0,542, ambos no plano horizontal no sentido posterior. Esses valores representam a possível diferença esperada, se o eixo anatômico for utilizado como referência para o planejamento virtual. Cabe salientar, entretanto, que diferenças maiores entre os eixos anatômico e verdadeiro observados em dois participantes do grupo, implicaram em variações de maior magnitude dos pontos LMI e Pg, no sentido horizontal.

Efeitos distintos foram encontrados por Sperry⁴⁷ em planejamentos sobre telerradiografia, que demonstrou variação horizontal entre 2 e 3 mm no plano oclusal, ao utilizar o centro da cabeça da mandíbula como eixo de rotação, em cirurgia para impacção maxilar entre 5 e 10 mm. Da mesma forma, Wang⁵⁴ verificou que, após impacção maxilar de 5 mm, a posição do mento pós-cirúrgico foi encontrada 2 mm mais para trás e 1,3 mm mais para baixo do que a prevista inicialmente. Por sua vez, Nattestad⁴⁸ encontrou mau posicionamento horizontal da maxila da ordem de 3 mm, mesmo com um erro de 20 mm na localização do centro de rotação verdadeiro. Em outro estudo,⁴⁹ observou um erro na posição horizontal da maxila variando entre 0,4 a 10,4 mm. Tais resultados de maior magnitude, talvez possam ser justificados por terem sido desenhados sobre imagens de telerradiografias.

Estudos em ambiente virtual, apresentaram, por sua vez, discrepâncias nas estruturas anatômicas finais menores do que as citadas, quando comparados os resultados obtidos com os valores do planejamento. Sun⁸¹ encontrou diferença média máxima entre os movimentos cirúrgicos planejados e pós-cirúrgicos de 0,57 mm (+/- 0,35) no plano vertical, onde foi encontrada a maior variação (1,4 mm). Zinser⁸⁰ também alcançou precisão clinicamente aceitável para a transferência de planejamento cirúrgico da maxila (<0,35 mm), realizado por um sistema de navegação. Em seu outro trabalho,¹² utilizando guias CAD/CAM, encontrou diferença na maxila, menor do que 0,23 mm e para navegação cirúrgica, 0,61 mm. Porém, não encontrou precisão na previsão da posição da mandíbula e tecido mole. Zinser⁷⁶ ainda declara precisão clínica aceitável para a posição da maxila (0,23 mm) e cabeça da mandíbula (0,19 mm), precisão moderada para a mandíbula (0,33 mm), e baixa precisão para o tecido mole (2,52 mm) ao utilizar guias CAD/CAM. Shehab⁵ encontrou diferenças entre os movimentos horizontais previstos e os reais obtidos, iguais ou menores a 1 mm em 4 (66,7%) de 6 pacientes. Para os movimentos verticais, 5 (83,3%) dos 6 pacientes obtiveram uma diferença igual ou inferior a 1 mm, assim como Mori⁷⁴ que encontrou diferença em todas as direções de 1,31 mm. Mazzoni,¹¹ utilizando-se de planejamento virtual, além de guias e placas prototipadas, relatou uma diferença dentro do limite de 2 mm em 100% dos 7 casos operados. Kwon⁸³ encontrou diferença média de 0,95 mm, porém, dentro de um intervalo de 0 a 3,2

mm. Para Hsu⁷⁹ a diferença foi de 1,0 mm para a maxila, e 1,1 mm para a mandíbula. Li,⁶ comparando o planejamento virtual e pós-cirúrgico, alcançou precisão clinicamente aceitável para o posicionamento da maxila (<1,0 mm), assim como Xia,⁶⁵ onde as diferenças foram limitadas a 0,9 mm.

Segundo os resultados deste estudo, a magnitude de 5° parece ser a que melhor representa as situações cirúrgicas de movimentos de rotação mandibular, pois equivalem, na média, a um movimento vertical e horizontal de 6,0 mm do ponto Pg, aproximados tanto para os movimentos de abertura como fechamento. Para estes mesmos movimentos, rotações de 8° resultariam em valores acima de 10,0 mm, assim como rotações de 2°, implicariam em valores menores do que 3,0 mm, para os dois eixos estudados. Desta forma, para calcular as proporções entre a quantidade média de movimento horizontal do ponto LMI em relação ao vertical, assim como em relação aos movimentos do ponto Pg, escolheu-se abertura e fechamento mandibulares de 5°. Também foi calculada a proporção entre os movimentos do ponto Pg, entre os dois sentidos, nessa magnitude de rotação. Como foi observado que o movimento de fechamento não segue o mesmo padrão da abertura, as proporções foram apresentadas separadamente.

Dessa forma, durante o movimento de rotação de 5° de abertura mandibular, a cada de 1 mm de movimento para trás do ponto LMI foi encontrado movimento de 1,65 mm para baixo, revelando a proporção de 1:1,65. Para o mesmo movimento de 1,0 mm do LMI, o ponto Pg movimentou-se 1,64 mm para trás e 1,48 mm para baixo, na proporção de 1:0,90. Assim, a proporção do movimento horizontal entre os pontos LMI e Pg é de 1:1,64 e a vertical, de 1: 0,90.

Durante a simulação de fechamento de 5° da mandíbula, a cada de 1 mm de movimento para anterior do ponto LMI foi encontrado movimento de 2,02 mm em direção superior, na proporção de 1:2,02, enquanto que o ponto Pg movimentou-se, para o mesmo movimento de 1,0 mm do LMI, 1,77 mm para frente e 1,89 mm para cima, na proporção de 1:1,07. Então, a proporção do movimento horizontal entre os pontos LMI e Pg é de 1:1,77 e o vertical, de 1:0,94. Esses resultados concordam com os de Jamilian,⁵⁵ que observou que a quantidade de impacção maxilar foi muito semelhante à do avanço do pogônio. Assim, o Pg parece se

movimentar no sentido horizontal e vertical em uma quantidade muito próxima. De modo semelhante, Wang⁵⁴ encontrou proporção de 1:1 ao relacionar quantidade de impacção maxilar e o correspondente deslocamento horizontal da posição do mento.

7 CONCLUSÕES

Em resposta às proposições apresentadas e considerando os resultados obtidos, conclui-se que:

1. O eixo transversal horizontal mandibular obtido por axiografia foi diferente do definido anatomicamente, sendo que este está localizado em média a uma distância de 3,03 mm para baixo e de 2,33 mm para frente, sendo prevalente a direção anteroinferior.
2. A discordância entre os eixos transversais horizontais considerados resultou em diferença dos pontos sobre a linha média inferior (LMI) e pogônio (Pg), em todas as amplitudes e ambos os sentidos de rotação mandibular estudados, com pequena relevância clínica dados os valores médios encontrados.
3. A proporção entre os deslocamentos horizontal e vertical na linha média inferior (LMI) na abertura mandibular de 5°, foi de 1:1,65, enquanto que para o pogônio (Pg) a proporção foi de 1:0,90. No fechamento mandibular de 5°, a proporção entre os deslocamentos horizontal e vertical na LM foi de 1:2,02 e no Pg foi de 1:1,07.
4. A proporção entre os deslocamentos dos pontos LMI e Pg no plano horizontal, na abertura mandibular de 5°, foi de 1:1,64, e no plano vertical, de 1:0,90. No fechamento mandibular de 5°, a proporção entre os deslocamentos dos pontos LMI e Pg no plano horizontal foi de 1:1,77, e no plano vertical, de 1:0,94.

REFERÊNCIAS¹

1. Cevidanes LH, Tucker S, Styner M, Kim H, Chapuis J, Reyes M, et al. Three-dimensional surgical simulation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010 Sep;138(3):361-71.
2. Xia JJ, Gateno J, Teichgraeber JF. Three-dimensional computer-aided surgical simulation for maxillofacial surgery. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin N Amer*. 2005 Mar;13(1):25-39.
3. Metzger MC, Hohlweg-Majert B, Schwarz U, Teschner M, Hammer B, Schmelzeisen R. Manufacturing splints for orthognathic surgery using a three-dimensional printer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008 Feb;105(2):e1-7.
4. Choi JY, Song KG, Baek SH. Virtual model surgery and wafer fabrication for orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2009 Dec;38(12):1306-10.
5. Shehab MF, Barakat AA, AbdElghany K, Mostafa Y, Baur DA. A novel design of a computer-generated splint for vertical repositioning of the maxilla after Le Fort I osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2013 Feb;115(2):e16-25.
6. Li B, Zhang L, Sun H, Yuan J, Shen SG, Wang X. A novel method of computer aided orthognathic surgery using individual CAD/CAM templates: a combination of osteotomy and repositioning guides. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2013 Dec;51(8):e239-44.
7. Kang SH, Kim MK, Park WS, Lee SH. Accurate computerised mandibular simulation in orthognathic surgery: a new method for integrating the planned postoperative occlusion model. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2010 Jun;48(4):305-7.
8. Bai S, Shang H, Liu Y, Zhao J, Zhao Y. Computer-aided design and computer-aided manufacturing locating guides accompanied with prebent titanium plates in orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg*. 2012 Oct;70(10):2419-26.
9. Seeberger R, Scherfler S, Freier K, Thiele O. Use of stereolithographic cutting guides in corrective (wedge) Lefort I osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2011 Jun;49(5):e20-1.

¹ De acordo com estilo Vancouver.

10. Bai S, Bo B, Bi Y, Wang B, Zhao J, Liu Y, et al. CAD/CAM surface templates as an alternative to the intermediate wafer in orthognathic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 Nov;110(5):e1-7.
11. Mazzoni S, Bianchi A, Schiariti G, Badiali G, Marchetti C. Computer-aided design and computer-aided manufacturing cutting guides and customized titanium plates are useful in upper maxilla waferless repositioning. *J Oral Maxillofac Surg.* 2015 Apr;73(4):701-7.
12. Zinser MJ, Sailer HF, Ritter L, Braumann B, Maegele M, Zoller 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 Dec;71(12):2151 e1-21.
13. Kim DS, Huh KH, Lee SS, Heo MS, Choi SC, Hwang SJ, et al. The relationship between the changes in three-dimensional facial morphology and mandibular movement after orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg.* 2013 Oct;41(7):686-93.
14. Lemoine JJ, Xia JJ, Gateno J, Liebschner MAK. Radiographic Analysis for Jaw Motion Normalization. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005 Jul;63(7):961-7.
15. Nilsson J, Thor A, Kamber L. Development of workflow for recording virtual bite in the planning of orthognathic operations. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2015 Apr;53(4):384-6.
16. Lindauer SJ, Sabol G, Isaacson RJ, Davidovitch M. Condylar movement and mandibular rotation during jaw opening. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995 Jun;107(6):573-7.
17. Dai J, Dong Y, Xin P, Hu G, Xiao C, Shen S, et al. A novel method to determine the potential rotational axis of the mandible during virtual three-dimensional orthognathic surgery. *J Craniofac Surg.* 2013 Nov;24(6):2014-7.
18. Mapelli A, Galante D, Lovecchio N, Sforza C, Ferrario VF. Translation and rotation movements of the mandible during mouth opening and closing. *Clin Anat.* 2009 Apr;22(3):311-8.

19. Piehslinger E, Celar AG, Celar RM, Jager W, Slavicek R. Reproducibility of the condylar reference position. *J Orofac Pain*. 1993 Winter;7(1):68-75.
20. Piehslinger E, Celar AG, Celar RM, Slavicek R. Computerized axiography: principles and methods. *Cranio*. 1991 Oct;9(4):344-55.
21. Mauderli A, Lundeen H. Simplified condylar movement recorders for analyzing TMJ derangements. *Cranio*. 1986 Jul;4(3):207-12.
22. Slavicek R. Clinical and instrumental functional analysis and treatment planning. Part 4. Instrumental analysis of mandibular casts using the mandibular position indicator. *J Clin Orthod*. 1988 Sep;22(9):566-75.
23. The Glossary of Prosthodontic Terms. *J Prosthet Dent*. 2005 Jul;94(1):10-92.
24. Campion GG. Some graphic records of movements of the mandible in the living subject. Philadelphia: SS White Dental Manufacturing Company; 1905.
25. Gysi A. The problem of articulation. *Dent Cosmos*. 1910;52:1-19.
26. Schlosser RO, Gehl DH. Complete denture prosthesis. Philadelphia: Saunders; 1953.
27. Brandrup-Wogensen T. The face-bow, its significance and application. *J Prosthet Dent*. 1953;3(5):618-30.
28. Schallhorn RG. A study of the arbitrary center and the kinematic center of rotation for face-bow mountings. *J Prosthet Dent*. 1957;7(2):162-9.
29. McCollum B. The mandibular hinge axis and a method of locating it. *J Prosthet Dent*. 1960;10(3):428-35.
30. Lauritzen AG, Bodner GH. Variations in location of arbitrary and true hinge axis points. *J Prosthet Dent*. 1961;11(2):224-9.
31. Lauritzen AG, Wolford LW. Hinge axis location on an experimental basis. *J Prosthet Dent*. 1961;11(6):1059-67.

32. Aull AE. A study of the transverse axis. *J Prosthet Dent.* 1963;13(3):469-79.
33. Trapozzano VR, Lazzari JB. The physiology of the terminal rotational position of the condyles in the temporomandibular joint. *J Prosthet Dent.* 1967;17(2):122-33.
34. Walker P. Discrepancies between arbitrary and true hinge axes. *J Prosthet Dent.* 1980 Mar;43(3):279-85.
35. Brewka RE. Pantographic evaluation of cephalometric hinge axis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1981 Jan;79(1):1-19.
36. Simpson J, Hesby R, Pfeifer D, Pelleu G. Arbitrary mandibular hinge axis locations. *J Prosthet Dent.* 1984 Jun;51(6):819-22.
37. Morneburg TR, Pröschel PA. Predicted incidence of occlusal errors in centric closing around arbitrary axes. *J Prosthet Dent.* 2002 Jul-Aug;15(4).
38. Tamaki K, Celar AG, Beyrer S, Aoki H. Reproduction of excursive tooth contact in an articulator with computerized axiography data. *J Prosthet Dent.* 1997 Oct;78(4):373-8.
39. Choi DG, Bowley JF, Marx DB, Lee S. Reliability of an ear-bow arbitrary face-bow transfer instrument. *J Prosthet Dent.* 1999 Aug;82(2):150-6.
40. Nagy WW, Smithy TJ, Wirth CG. Accuracy of a predetermined transverse horizontal mandibular axis point. *J Prosthet Dent.* 2002 Apr;87(4):387-94.
41. Bernhardt O, Küppers N, Rosin M, Meyer G. Comparative tests of arbitrary and kinematic transverse horizontal axis recordings of mandibular movements. *J Prosthet Dent.* 2003 Feb;89(2):175-9.
42. Kucukkeles N, Ozkan H, Ari-Demirkaya A, Cilingirturk AM. Compatibility of mechanical and computerized axiographs: a pilot study. *J Prosthet Dent.* 2005 Feb;94(2):190-4.

43. Piacino MG, Roberi L, Frongia G, Reverdito M, Slavicek R, Bracco P. Computerized axiography in TMD patients before and after therapy with 'function generating bites'. *J Oral Rehabil.* 2008 Feb;35(2):88-94.
44. Kois JC, Kois DE, Chaiyabutr Y. Occlusal errors generated at the maxillary incisal edge position related to discrepancies in the arbitrary horizontal axis location and to the thickness of the interocclusal record. *J Prosthet Dent.* 2013 Nov;110(5):414-9.
45. Fish L, Epker B. Surgical-orthodontic cephalometric prediction tracing. *J Clin Orthod.* 1980 Jan;14(1):36-52.
46. Worms FW, Speidel TM, Bevis RR, Waite DE. Posttreatment stability and esthetics of orthognathic surgery. *Angle Orthod.* 1980 Oct;50(4):251-73.
47. Sperry TP, Steinberg MJ, Gans BJ. Mandibular movement during autorotation as a result of maxillary impaction surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1982 Feb;81(2):116-23.
48. Nattestad A, Vedtofte P, Mosekilde E. The significance of an erroneous recording of the centre of mandibular rotation in orthognathic urgery. *J Craniomaxfac Surg.* 1991 Aug;19(6):254-9.
49. Nattestad A, Vedtofte P. Mandibular autorotation in orthognathic surgery: a new method of locating the centre of mandibular rotation and determining its consequence in orthognathic surgery. *J Craniomaxfac Surg.* 1992 May-Jun;20(4):163-70.
50. Rekow ED, Speidel TM, Koenig RA. Location of the mandibular center of autorotation in maxillary impaction surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993 Jun;103(6):530-6.
51. Bryan D, Hunt N. Surgical accuracy in orthognathic surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1993 Jun;31(6):343-9.
52. Bryan D. An investigation into the accuracy and validity of three points used in the assessment of autorotation in orthognathic surgery. *Br J Oral Maxillofacial Surg.* 1994 Dec;32(6):363-72.

53. Nadjmi N, Mommaerts MY, Abeloos JV, De Clercq CA. Prediction of mandibular autorotation. *J Oral Maxillofac Surg.* 1998 Nov;56(11):1241-7.
54. Wang YC, Ko EWC, Huang CS, Chen YR. The inter-relationship between mandibular autorotation and maxillary LeFort I impaction osteotomies. *J Craniofac Surg.* 2006 Sep;17(5):898-904.
55. Jamilian A, Showkatbakhsh A, Gholami D, Kamali Z. The relation between pogonion advancement and posterior maxillary impaction. *J Craniofac Surg.* 2009 May;20(3):841-3.
56. Xia J, Ip HH, Samman N, Wang D, Kot CS, Yeung RW, et al. Computer-assisted three-dimensional surgical planning and simulation: 3D virtual osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2000 Feb;29(1):11-7.
57. Xia J, Samman N, Yeung RW, Wang D, Shen SG, Ip HH, et al. Computer-assisted three-dimensional surgical planning and simulation: 3D soft tissue planning and prediction. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2000 Aug;29(4):250-8.
58. Xia J, Wang D, Samman N, Yeung RWK, Tideman H. Computer - assisted three - dimensional surgical planning and simulation: 3D color facial model generation. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2000 Feb;29(1):2-10.
59. Xia J, Ip HH, Samman N, Wong HT, Gateno J, Wang D, et al. Three-dimensional virtual-reality surgical planning and soft-tissue prediction for orthognathic surgery. *IEEE Trans Inf Technol Biomed.* 2001 Jun;5(2):97-107.
60. Troulis MJ, Everett P, Seldin EB, Kikinis R, Kaban LB. Development of a three-dimensional treatment planning system based on computed tomographic data. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2002 Aug;31(4):349-57.
61. Bailey LTJ, Cevdanes LHS, Proffit WR. Stability and predictability of orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004 Sep;126(3):273-7.
62. Cevdanes LH, Bailey LJ, Tucker GR, Jr., Styner MA, Mol A, Phillips CL, et al. Superimposition of 3D cone-beam CT models of orthognathic surgery patients. *Dentomaxillofac Radiol.* 2005Nov;34(6):369-75.
63. Uechi J, Okayama M, Shibata T, Muguruma T, Hayashi K, Endo K, et al. A novel method for the 3-dimensional simulation of orthognathic surgery by using a

multimodal image-fusion technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006Dec;130(6):786-98.

64. Cevidanes LH, Bailey LJ, Tucker SF, Styner MA, Mol A, Phillips CL, et al. Three-dimensional cone-beam computed tomography for assessment of mandibular changes after orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007 Jan;131(1):44-50.
65. Xia JJ, Gateno J, Teichgraeber JF, Christensen AM, Lasky RE, Lemoine JJ, et al. Accuracy of the computer-aided surgical simulation (CASS) system in the treatment of patients with complex craniomaxillofacial deformity: A pilot study. *J Oral Maxillofac Surgery*. 200 Feb;65(2):248-54.
66. Xia JJ, Gateno J, Teichgraeber JF. New clinical protocol to evaluate craniomaxillofacial deformity and plan surgical correction. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009 Oct;67(10):2093-106.
67. Swennen GR, Mollemans W, Schutyser F. Three-dimensional treatment planning of orthognathic surgery in the era of virtual imaging. *J Oral Maxillofac Surgery*. 2009 Oct;67(10):2080-92.
68. Tucker S, Cevidanes LH, Styner M, Kim H, Reyes M, Proffit W, et al. Comparison of actual surgical outcomes and 3-dimensional surgical simulations. *J Oral Maxillofac Surg*. 2010Oct;68(10):2412-21.
69. Popat H, Richmond S, Drage NA. New developments in: three-dimensional planning for orthognathic surgery. *J Orthod*. 2010 Mar;37(1):62-71.
70. Gateno J, Xia JJ, Teichgraeber JF. New Methods to Evaluate Craniofacial Deformity and to Plan Surgical Correction. *Semin Orthod*. 2011 Sep;17(3):225-34.
71. 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*. 2011 Jul;69(7):2014-24.
72. Kim BC, Lee CE, Park W, Kim MK, Zhengguo P, Yu HS, et al. Clinical experiences of digital model surgery and the rapid-prototyped wafer for maxillary orthognathic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011 Mar;111(3):278-85 e1.

73. Quevedo LA, Ruiz JV, Quevedo CA. Using a clinical protocol for orthognathic surgery and assessing a 3-dimensional virtual approach: current therapy. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011 Mar;69(3):623-37.
74. Mori Y, Shimizu H, Minami K, Kwon TG, Mano T. Development of a simulation system in mandibular orthognathic surgery based on integrated three-dimensional data. *Oral Maxillofac Surg.* 2011 Sep;15(3):131-8.
75. Aboul-Hosn Centenero S, Hernandez-Alfaro F. 3D planning in orthognathic surgery: CAD/CAM surgical splints and prediction of the soft and hard tissues results - our experience in 16 cases. *J Craniomaxillofac Surg.* 2012 Feb;40(2):162-8.
76. Zinser MJ, Mischkowski RA, Sailer HF, Zoller JE. Computer-assisted orthognathic surgery: feasibility study using multiple CAD/CAM surgical splints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012 May;113(5):673-87.
77. Dai J, Wang X, Hu G, Shen SG. A new method to move mandible to intercuspal position in virtual three-dimensional orthognathic surgery by integrating primary occlusion model. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012 Sep;70(9):e484-9.
78. Hernandez-Alfaro F, Guijarro-Martinez R. New protocol for three-dimensional surgical planning and CAD/CAM splint generation in orthognathic surgery: an in vitro and in vivo study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013 Dec;42(12):1547-56.
79. Hsu SS, 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.* 2013 Jan;71(1):128-42.
80. Zinser MJ, Mischkowski RA, Dreiseidler T, Thamm OC, Rothamel D, Zoller JE. Computer-assisted orthognathic surgery: waferless maxillary positioning, versatility, and accuracy of an image-guided visualisation display. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2013 Dec;51(8):827-33.
81. Sun Y, Luebbbers H-T, Agbaje JO, Schepers S, Vrielinck L, Lambrichts I, et al. Accuracy of upper jaw positioning with intermediate splint fabrication after virtual planning in bimaxillary orthognathic surgery. *J Craniofac Surg.* 2013 Nov;24(6):1871-6.
82. Keeling A, Brunton P, Holt R. An in vitro study into the accuracy of a novel method for recording the mandibular transverse horizontal axis. *J Dent.* 2014 Feb;42(2):122-8.

83. Kwon TG, Choi JW, Kyung HM, Park HS. Accuracy of maxillary repositioning in two-jaw surgery with conventional articulator model surgery versus virtual model surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2014 Jun;43(6):732-8.
84. Stokbro K, Aagaard E, Torkov P, Bell RB, Thygesen T. Virtual planning in orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2014 Aug;43(8):957-65.
85. Kim DS, Woo SY, Yang HJ, Huh KH, Lee SS, Heo MS, et al. An integrated orthognathic surgery system for virtual planning and image-guided transfer without intermediate splint. *J Craniomaxillofac Surg*. 2014 Dec;42(8):2010-7.
86. Dai J, Tang M, Xin P, Hu G, Si J, Dong Y, et al. Accurate movement of jaw segment in virtual 3D orthognathic surgery. *J Craniofac Surg*. 2014 Mar;25(2):e140-3.
87. Cousley RR, Turner MJ. Digital model planning and computerized fabrication of orthognathic surgery wafers. *J Orthod*. 2014 Mar;41(1):38-45.
88. Lin HH, Lo LJ. Three-dimensional computer-assisted surgical simulation and intraoperative navigation in orthognathic surgery: A literature review. *J Formos Med Assoc*. 2015 Apr;114(4):300-7.
89. Dworkin SF. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. *J Craniomandib Disord*. 1992 Fall;6:301-55.
90. Roth RH. Temporomandibular pain-dysfunction and occlusal relationships. *Angle Orthod*. 1973 Abr;43(2):136-53.
91. Dawson PE. New definition for relating occlusion to varying conditions of the temporomandibular joint. *J Prosthet Dent*. 1995 Dec;74(6):619-27.
92. Panadent C. Axis Mounting System Instructions. Panadent Instructions.1-18.
93. Gribel BF, Gribel MN, Frazão DC, McNamara JA, Manzi FR. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans. *Angle Orthod*. 2011 Jan;81(1):26-35.

APÊNDICES

Apêndice A – Dados coletados para realizar a diferença na posição do ponto LMI no plano horizontal pela abertura mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Teste t pareado, média e desvio padrão

LMI	Abertura - Horizontal								
	2 graus			5 graus			8 graus		
Indiv.	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif
1	-1,82	-1,53	-0,29	-4,71	-3,98	-0,73	-7,76	-6,61	-1,15
2	-1,34	-1,31	-0,03	-3,52	-3,44	-0,08	-5,89	-5,74	-0,15
3	-1,62	-1,63	0,01	-4,23	-4,25	0,02	-7,04	-7,05	0,01
4	-1,69	-1,32	-0,37	-4,40	-3,47	-0,93	-7,33	-5,80	-1,53
5	-1,54	-1,49	-0,05	-4,03	-3,89	-0,14	-6,72	-6,49	-0,23
6	-1,68	-1,65	-0,03	-4,36	-4,30	-0,06	-7,24	-7,15	-0,09
7	-1,48	-1,34	-0,14	-3,90	-3,53	-0,37	-6,53	-5,95	-0,58
8	-1,58	-1,40	-0,18	-4,12	-3,66	-0,46	-6,86	-6,11	-0,75
9	-1,50	-1,43	-0,07	-3,98	-3,78	-0,20	-6,70	-6,38	-0,32
10	-1,56	-1,44	-0,12	-4,08	-3,77	-0,31	-6,81	-6,31	-0,50
11	-1,67	-1,48	-0,19	-4,35	-3,88	-0,47	-7,25	-6,50	-0,75
12	-1,91	-1,72	-0,19	-4,96	-4,50	-0,46	-8,22	-7,48	-0,74
13	-1,51	-1,42	-0,09	-3,95	-3,72	-0,23	-6,59	-6,20	-0,39
14	-1,53	-1,42	-0,11	-3,98	-3,72	-0,26	-6,63	-6,21	-0,42
t pariado	<0,001			<0,001			<0,001		
soma	-22,43	-20,58	-1,85	-58,57	-53,89	-4,68	-97,57	-89,98	-7,59
média	-1,602	-1,470	-0,132	-4,184	-3,849	-0,334	-6,969	-6,427	-0,542
dp	0,145	0,125	0,105	0,360	0,316	0,263	0,573	0,509	0,423

Apêndice B – Dados coletados para realizar a diferença na posição do ponto LMI no plano horizontal pela fechamento mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Teste t pareado, média e desvio padrão

LMI	Fechamento - Horizontal								
	2 graus			5 graus			8 graus		
Indiv.	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif
1	1,78	1,45	0,33	4,30	3,48	0,82	6,62	5,30	1,32
2	1,29	1,23	0,06	3,06	2,92	0,14	4,62	4,42	0,20
3	1,53	1,54	-0,01	3,64	3,69	-0,05	5,52	5,62	-0,10
4	1,59	1,23	0,36	3,78	2,91	0,87	5,74	4,39	1,35
5	1,45	1,40	0,05	3,44	3,32	0,12	5,20	5,02	0,18
6	1,58	1,56	0,02	3,78	3,72	0,06	5,75	5,67	0,08
7	1,38	1,23	0,15	3,26	2,89	0,37	4,90	4,30	0,60
8	1,49	1,31	0,18	3,55	3,12	0,43	5,39	4,71	0,68
9	1,39	1,32	0,07	3,25	3,07	0,18	4,84	4,57	0,27
10	1,46	1,34	0,12	3,46	3,18	0,28	5,22	4,79	0,43
11	1,56	1,38	0,18	3,71	3,26	0,45	5,63	4,91	0,72
12	1,81	1,62	0,19	4,34	3,87	0,47	6,63	5,87	0,76
13	1,42	1,33	0,09	3,37	3,16	0,21	5,10	4,77	0,33
14	1,43	1,33	0,10	3,41	3,16	0,25	5,17	4,77	0,40
t pariado	<0,001			<0,001			<0,001		
soma	21,16	19,27	1,89	50,35	45,75	4,60	76,33	69,11	7,22
média	1,511	1,376	0,135	3,596	3,268	0,329	5,452	4,936	0,516
dp	0,146	0,125	0,108	0,370	0,313	0,266	0,598	0,500	0,427

Apêndice C – Dados coletados para realizar a diferença na posição do ponto Pg no plano horizontal pela abertura mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Teste t pareado, média e desvio padrão

Pg	Abertura - Horizontal								
	2 graus			5 graus			8 graus		
	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif
1	-2,82	-2,52	-0,30	-7,17	-6,44	-0,73	-11,66	-10,49	-1,17
2	-2,29	-2,26	-0,03	-5,89	-5,80	-0,09	-9,66	-9,50	-0,16
3	-2,67	-2,69	0,02	-6,83	-6,85	0,02	-11,15	-11,17	0,02
4	-2,66	-2,30	-0,36	-6,83	-5,89	-0,94	-11,18	-9,65	-1,53
5	-2,64	-2,59	-0,05	-6,76	-6,62	-0,14	-11,04	-10,81	-0,23
6	-2,70	-2,67	-0,03	-6,89	-6,83	-0,06	-11,27	-11,17	-0,10
7	-2,58	-2,43	-0,15	-6,62	-6,25	-0,37	-10,86	-10,28	-0,58
8	-2,53	-2,35	-0,18	-6,48	-6,02	-0,46	-10,60	-9,86	-0,74
9	-2,63	-2,55	-0,08	-6,77	-6,57	-0,20	-11,14	-10,81	-0,33
10	-2,69	-2,58	-0,11	-6,89	-6,58	-0,31	-11,25	-10,74	-0,51
11	-2,77	-2,58	-0,19	-7,08	-6,62	-0,46	-11,58	-10,83	-0,75
12	-3,14	-2,95	-0,19	-8,01	-7,54	-0,47	-13,06	-12,31	-0,75
13	-2,30	-2,21	-0,09	-5,93	-5,69	-0,24	-9,74	-9,36	-0,38
14	-2,57	-2,47	-0,10	-6,59	-6,32	-0,27	-10,78	-10,36	-0,42
t pariado	0,0005			0,0004			0,0003		
soma	-36,99	-35,15	-1,84	-94,74	-90,02	-4,72	-154,97	-147,34	-7,63
média	-2,642	-2,511	-0,131	-6,767	-6,430	-0,337	-11,069	-10,524	-0,545
dp	0,209	0,196	0,106	0,515	0,491	0,264	0,821	0,786	0,424

Apêndice D – Dados coletados para realizar a diferença na posição do ponto Pg no plano horizontal pela fechamento mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Teste t pareado, média e desvio padrão

Pg	Fechamento - Horizontal								
	2 graus			5 graus			8 graus		
	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif
1	2,79	2,46	0,33	6,83	6,00	0,83	10,68	9,37	1,31
2	2,24	2,18	0,06	5,44	5,30	0,14	8,43	8,22	0,21
3	2,59	2,61	-0,02	6,32	6,37	-0,05	9,84	9,94	-0,10
4	2,57	2,22	0,35	6,25	5,38	0,87	9,70	8,35	1,35
5	2,56	2,51	0,05	6,24	6,13	0,11	9,72	9,55	0,17
6	2,61	2,59	0,02	6,36	6,30	0,06	9,90	9,81	0,09
7	2,48	2,33	0,15	6,02	5,64	0,38	9,32	8,71	0,61
8	2,44	2,26	0,18	5,93	5,49	0,44	9,20	8,52	0,68
9	2,52	2,45	0,07	6,09	5,91	0,18	9,40	9,12	0,28
10	2,61	2,50	0,11	6,37	6,08	0,29	9,91	9,48	0,43
11	2,68	2,50	0,18	6,52	6,07	0,45	10,14	9,43	0,71
12	3,05	2,86	0,19	7,44	6,97	0,47	11,62	10,86	0,76
13	2,21	2,12	0,09	5,34	5,13	0,21	8,25	7,93	0,32
14	2,48	2,38	0,10	6,03	5,78	0,25	9,37	8,97	0,40
t pariado	0,000			0,000			0,001		
soma	35,830	33,970	1,860	87,180	82,550	4,630	135,480	128,260	7,220
média	2,559	2,426	0,133	6,227	5,896	0,331	9,677	9,161	0,516
dp	0,209	0,197	0,107	0,524	0,490	0,268	0,843	0,784	0,425

Apêndice E – Dados coletados para realizar a diferença na posição do ponto LMI no plano transversal pela abertura mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Teste t pareado, média e desvio padrão

LMI	Abertura - Transversal								
	2 graus			5 graus			8 graus		
	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif
1	-0,07	-0,03	-0,04	-0,19	-0,08	-0,11	-0,30	-0,14	-0,16
2	0,01	0,08	-0,07	0,03	0,20	-0,17	0,05	0,31	-0,26
3	0,05	0,00	0,05	0,12	0,02	0,10	0,20	0,03	0,17
4	-0,02	0,00	-0,02	-0,05	0,00	-0,05	-0,09	-0,01	-0,08
5	0,07	0,13	-0,06	0,18	0,33	-0,15	0,29	0,53	-0,24
6	0,05	0,06	-0,01	0,13	0,13	0,00	0,21	0,19	0,02
7	0,00	-0,14	0,14	0,00	-0,33	0,33	0,00	-0,52	0,52
8	0,04	0,01	0,03	0,09	0,03	0,06	0,16	0,05	0,11
9	-0,09	0,01	-0,10	-0,22	0,04	-0,26	0,05	0,06	-0,01
10	0,00	0,04	-0,04	0,03	0,10	-0,07	0,06	0,17	-0,11
11	0,04	0,03	0,01	0,11	0,08	0,03	0,18	0,13	0,05
12	-0,02	-0,12	0,10	-0,06	-0,29	0,23	-0,10	-0,46	0,36
13	-0,03	-0,02	-0,01	-0,06	-0,06	0,00	-0,09	-0,08	-0,01
14	-0,06	-0,06	0,00	-0,14	-0,15	0,01	-0,23	-0,25	0,02
t pariado	0,9360			0,9329			0,6452		
soma	-0,03	-0,01	-0,02	-0,03	0,02	-0,05	0,39	0,01	0,38
média	-0,002	-0,001	-0,001	-0,002	0,001	-0,004	0,028	0,001	0,027
dp	0,049	0,073	0,065	0,124	0,178	0,156	0,174	0,282	0,215

Apêndice F – Dados coletados para realizar a diferença na posição do ponto LMI no plano transversal pela fechamento mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Teste t pareado, média e desvio padrão

LMI	Fechamento - Transversal								
	2 graus			5 graus			8 graus		
	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif
1	0,04	0,02	0,02	0,10	0,04	0,06	0,16	0,05	0,11
2	0,00	-0,09	0,09	-0,01	-0,23	0,22	-0,02	-0,38	0,36
3	-0,04	0,00	-0,04	-0,11	-0,02	-0,09	-0,16	-0,03	-0,13
4	0,02	0,00	0,02	0,04	0,01	0,03	0,05	0,02	0,03
5	-0,07	-0,14	0,07	-0,18	-0,34	0,16	-0,29	-0,55	0,26
6	-0,05	-0,06	0,01	-0,12	-0,17	0,05	-0,20	-0,29	0,09
7	0,00	0,14	-0,14	0,00	0,36	-0,36	0,02	0,58	-0,56
8	-0,04	0,00	-0,04	-0,09	-0,02	-0,07	-0,13	-0,02	-0,11
9	0,09	-0,01	0,10	0,22	-0,03	0,25	0,35	-0,05	0,40
10	0,00	-0,04	0,04	0,00	-0,10	0,10	0,00	-0,15	0,15
11	-0,03	-0,03	0,00	-0,07	-0,06	-0,01	-0,10	-0,09	-0,01
12	0,02	0,12	-0,10	0,04	0,30	-0,26	0,05	0,48	-0,43
13	0,03	0,03	0,00	0,08	0,07	0,01	0,14	0,13	0,01
14	0,06	0,06	0,00	0,14	0,14	0,00	0,22	0,21	0,01
t pariado	0,9065			0,8878			0,8598		
soma	0,03	0,00	0,03	0,04	-0,05	0,09	0,09	-0,09	0,18
média	0,002	0,000	0,002	0,003	-0,004	0,006	0,006	-0,006	0,013
dp	0,045	0,075	0,067	0,111	0,188	0,167	0,175	0,303	0,267

Apêndice G – Dados coletados para realizar a diferença na posição do ponto Pg no plano transversal pela abertura mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Teste t pareado, média e desvio padrão

Pg	Abertura - Transversal								
	2 graus			5 graus			8 graus		
	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif
1	-0,08	-0,09	0,01	-0,21	-0,25	0,04	-0,33	-0,41	0,08
2	0,02	0,06	-0,04	0,05	0,13	-0,08	0,08	0,19	-0,11
3	0,07	0,00	0,07	0,19	0,02	0,17	0,30	0,03	0,27
4	-0,04	0,00	-0,04	-0,11	0,00	-0,11	-0,18	0,00	-0,18
5	0,08	0,13	-0,05	0,20	0,31	-0,11	0,31	0,49	-0,18
6	0,06	0,00	0,06	0,15	0,00	0,15	0,24	-0,02	0,26
7	0,01	-0,11	0,12	0,04	-0,27	0,31	0,07	-0,41	0,48
8	0,05	0,03	0,02	0,13	0,07	0,06	0,22	0,12	0,10
9	-0,09	0,02	-0,11	-0,22	0,05	-0,27	-0,35	0,09	-0,44
10	0,05	0,05	0,00	0,12	0,13	-0,01	0,20	0,21	-0,01
11	0,09	0,06	0,03	0,24	0,14	0,10	0,41	0,24	0,17
12	-0,06	-0,12	0,06	-0,14	-0,28	0,14	-0,24	-0,44	0,20
13	-0,01	0,00	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01	-0,02	0,00	-0,02
14	-0,07	-0,09	0,02	-0,18	-0,23	0,05	-0,29	-0,37	0,08
t pariado	0,5349			0,4439			0,4342		
soma	0,08	-0,06	0,14	0,24	-0,19	0,43	0,42	-0,28	0,70
média	0,006	-0,004	0,010	0,017	-0,014	0,031	0,030	-0,020	0,050
dp	0,064	0,074	0,059	0,163	0,180	0,146	0,264	0,286	0,232

Apêndice H – Dados coletados para realizar a diferença na posição do ponto Pg no plano transversal pela fechamento mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Teste t pareado, média e desvio padrão

Pg	Fechamento -Transversal								
	2 graus			5 graus			8 graus		
	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif
1	0,08	0,09	-0,01	0,19	0,20	-0,01	0,29	0,31	-0,02
2	0,00	-0,06	0,06	-0,02	-0,17	0,15	-0,04	-0,28	0,24
3	-0,07	0,00	-0,07	-0,17	-0,02	-0,15	-0,27	-0,03	-0,24
4	0,04	0,00	0,04	0,09	0,00	0,09	0,14	0,00	0,14
5	-0,08	-0,13	0,05	-0,20	-0,33	0,13	-0,32	-0,54	0,22
6	-0,06	-0,01	-0,05	-0,15	-0,05	-0,10	-0,24	-0,10	-0,14
7	-0,01	0,12	-0,13	-0,03	0,30	-0,33	-0,04	0,50	-0,54
8	-0,05	-0,03	-0,02	-0,13	-0,06	-0,07	-0,20	-0,09	-0,11
9	0,09	-0,02	0,11	0,23	-0,05	0,28	0,37	-0,08	0,45
10	-0,04	-0,05	0,01	-0,10	-0,13	0,03	-0,15	-0,21	0,06
11	-0,09	-0,05	-0,04	-0,21	-0,13	-0,08	-0,32	-0,20	-0,12
12	0,05	0,12	-0,07	0,12	0,30	-0,18	0,19	0,49	-0,30
13	0,01	0,01	0,00	0,04	0,03	0,01	0,08	0,06	0,02
14	0,07	0,09	-0,02	0,18	0,21	-0,03	0,29	0,33	-0,04
t pariado	0,5575			0,6592			0,6906		
soma	-0,06	0,08	-0,14	-0,16	0,10	-0,26	-0,22	0,16	-0,38
média	-0,004	0,006	-0,010	-0,011	0,007	-0,019	-0,016	0,011	-0,027
dp	0,062	0,074	0,062	0,154	0,185	0,154	0,243	0,301	0,249

Apêndice I – Dados coletados para realizar a diferença na posição do ponto LMI no plano vertical pela abertura mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Teste t pareado, média e desvio padrão

LMI	Abertura - Vertical								
	2 graus			5 graus			8 graus		
	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif
1	-2,32	-2,34	0,02	-5,67	-5,74	0,07	-8,86	-9,02	0,16
2	-2,53	-2,33	-0,20	-6,24	-5,74	-0,50	-9,83	-9,03	-0,80
3	-2,68	-2,53	-0,15	-6,60	-6,21	-0,39	-10,38	-9,75	-0,63
4	-2,81	-2,51	-0,30	-6,92	-6,17	-0,75	-10,88	-9,72	-1,16
5	-2,70	-2,60	-0,10	-6,65	-6,39	-0,26	-10,47	-10,05	-0,42
6	-2,66	-2,64	-0,02	-6,52	-6,48	-0,04	-10,25	-10,18	-0,07
7	-2,90	-2,93	0,03	-7,14	-7,24	0,10	-11,26	-11,42	0,16
8	-2,61	-2,49	-0,12	-6,41	-6,12	-0,29	-10,08	-9,63	-0,45
9	-3,31	-3,21	-0,10	-8,16	-7,94	-0,22	-12,89	-12,53	-0,36
10	-2,82	-2,69	-0,13	-6,93	-6,64	-0,29	-10,91	-10,45	-0,46
11	-2,88	-2,83	-0,05	-7,09	-6,97	-0,12	-11,16	-10,97	-0,19
12	-2,82	-2,85	0,03	-6,93	-7,01	0,08	-10,87	-11,01	0,14
13	-2,65	-2,55	-0,10	-6,52	-6,27	-0,25	-10,25	-9,86	-0,39
14	-2,59	-2,55	-0,04	-6,37	-6,27	-0,10	-10,02	-9,86	-0,16
t pariado	0,0037			0,0054			0,0061		
soma	-38,28	-37,05	-1,23	-94,15	-91,19	-2,96	-148,11	-143,48	-4,63
média	-2,734	-2,646	-0,088	-6,725	-6,514	-0,211	-10,579	-10,249	-0,331
dp	0,227	0,240	0,093	0,566	0,603	0,237	0,910	0,960	0,378

Apêndice J – Dados coletados para realizar a diferença na posição do ponto LMI no plano vertical pela fechamento mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Teste t pareado, média e desvio padrão

LMI	Fechamento - Vertical								
	2 graus			5 graus			8 graus		
	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif
1	2,41	2,39	0,02	6,13	6,06	0,07	9,98	9,83	0,15
2	2,57	2,38	0,19	6,49	6,02	0,47	10,51	9,74	0,77
3	2,74	2,58	0,16	6,94	6,56	0,38	11,25	10,64	0,61
4	2,87	2,55	0,32	7,28	6,45	0,83	11,79	10,44	1,35
5	2,76	2,65	0,11	6,98	6,71	0,27	11,30	10,86	0,44
6	2,71	2,69	0,02	6,88	6,83	0,05	11,16	11,07	0,09
7	2,95	2,98	-0,03	7,46	7,52	-0,06	12,06	12,14	-0,08
8	2,66	2,53	0,13	6,75	6,42	0,33	10,94	10,39	0,55
9	3,36	3,26	0,10	8,48	8,24	0,24	13,69	13,30	0,39
10	2,87	2,74	0,13	7,26	6,94	0,32	11,75	11,23	0,52
11	2,94	2,88	0,06	7,45	7,28	0,17	12,06	11,77	0,29
12	2,89	2,91	-0,02	7,34	7,37	-0,03	11,91	11,95	-0,04
13	2,70	2,59	0,11	6,84	6,57	0,27	11,07	10,63	0,44
14	2,64	2,59	0,05	6,70	6,57	0,13	10,85	10,63	0,22
t pariado	0,0018			0,0015			0,0011		
soma	39,07	37,72	1,35	98,98	95,54	3,44	160,32	154,62	5,70
média	2,791	2,694	0,096	7,070	6,824	0,246	11,451	11,044	0,407
dp	0,223	0,242	0,092	0,555	0,605	0,229	0,883	0,968	0,367

Apêndice K – Dados coletados para realizar a diferença na posição do ponto Pg no plano vertical pela abertura mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Teste t pareado, média e desvio padrão

Pg	Abertura - Vertical								
	2 graus			5 graus			8 graus		
	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif
1	-1,98	-2,00	0,02	-4,77	-4,84	0,07	-7,32	-7,47	0,15
2	-2,45	-2,25	-0,20	-5,98	-5,48	-0,50	-9,31	-8,52	-0,79
3	-2,31	-2,15	-0,16	-5,60	-5,20	-0,40	-8,66	-8,03	-0,63
4	-2,61	-2,30	-0,31	-6,35	-5,60	-0,75	-9,86	-8,70	-1,16
5	-2,33	-2,22	-0,11	-5,64	-5,38	-0,26	-8,73	-8,32	-0,41
6	-2,41	-2,39	-0,02	-5,85	-5,80	-0,05	-9,06	-8,99	-0,07
7	-2,73	-2,76	0,03	-6,64	-6,74	0,10	-10,34	-10,51	0,17
8	-2,48	-2,36	-0,12	-6,03	-5,74	-0,29	-9,37	-8,93	-0,44
9	-3,07	-2,98	-0,09	-7,50	-7,28	-0,22	-11,71	-11,37	-0,34
10	-2,34	-2,22	-0,12	-5,68	-5,38	-0,30	-8,79	-8,33	-0,46
11	-2,53	-2,48	-0,05	-6,15	-6,02	-0,13	-9,53	-9,34	-0,19
12	-2,53	-2,56	0,03	-6,12	-6,19	0,07	-9,44	-9,58	0,14
13	-2,63	-2,53	-0,10	-6,42	-6,17	-0,25	-10,02	-9,63	-0,39
14	-2,49	-2,45	-0,04	-6,06	-5,96	-0,10	-9,41	-9,26	-0,15
t pariado	0,0040			0,0047			0,0065		
soma	-34,89	-33,65	-1,24	-84,79	-81,78	-3,01	-131,55	-126,98	-4,57
média	-2,492	-2,404	-0,089	-6,056	-5,841	-0,215	-9,396	-9,070	-0,326
dp	0,245	0,254	0,095	0,613	0,632	0,237	0,987	1,010	0,377

Apêndice L – Dados coletados para realizar a diferença na posição do ponto Pg no plano vertical pela fechamento mandibular nos eixos anatômico e verdadeiro. Teste t pareado, média e desvio padrão

Pg	Fechamento - Vertical								
	2 graus			5 graus			8 graus		
	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif	Anat.	Verd.	Dif
1	2,11	2,09	0,02	5,44	5,37	0,07	8,99	8,84	0,15
2	2,52	2,33	0,19	6,44	5,96	0,48	10,52	9,75	0,77
3	2,40	2,25	0,15	6,17	5,78	0,39	10,13	9,51	0,62
4	2,70	2,38	0,32	6,92	6,09	0,83	11,32	9,96	1,36
5	2,42	2,31	0,11	6,21	5,93	0,28	10,18	9,74	0,44
6	2,50	2,48	0,02	6,42	6,37	0,05	10,54	10,45	0,09
7	2,81	2,84	-0,03	7,19	7,26	-0,07	11,75	11,84	-0,09
8	2,57	2,44	0,13	6,57	6,24	0,33	10,76	10,21	0,55
9	3,16	3,07	0,09	8,07	7,83	0,24	13,15	12,76	0,39
10	2,44	2,31	0,13	6,26	5,94	0,32	10,27	9,75	0,52
11	2,63	2,56	0,07	6,74	6,57	0,17	11,05	10,76	0,29
12	2,64	2,66	-0,02	6,79	6,82	-0,03	11,17	11,20	-0,03
13	2,71	2,60	0,11	6,92	6,65	0,27	11,28	10,84	0,44
14	2,58	2,53	0,05	6,61	6,49	0,12	10,82	10,61	0,21
t pariado	0,002			0,002			0,001		
soma	36,19	34,85	1,34	92,75	89,30	3,45	151,93	146,22	5,71
média	2,585	2,489	0,096	6,625	6,379	0,246	10,852	10,444	0,408
dp	0,238	0,253	0,091	0,596	0,635	0,232	0,946	1,014	0,370

Apêndice M – Dados da posição do ponto anatômico marcado pelo 1º observador para realizar coeficiente de correlação intraclasse (CCI) para a reprodutibilidade intra examinador do lado direito

	CCI - REPRODUTIBILIDADE INTRA EXAMINADOR					
	Direito					
	X		Y		Z	
	1ª Obs 1	2ª Obs 1	1ª Obs 1	2ª Obs 1	1ª Obs 1	2ª Obs 1
1	-51,151	-51,206	72,089	71,903	48,472	48,142
2	92,190	91,864	131,409	131,857	113,124	112,725
3	100,756	99,959	131,523	131,691	105,445	105,128
4	95,735	95,969	132,327	132,300	100,515	100,945
5	85,308	85,402	117,841	117,516	115,534	115,693
6	96,274	95,854	124,965	125,436	105,668	105,787
7	104,676	104,619	134,563	134,542	105,976	106,656
8	98,788	99,193	132,249	132,513	105,976	108,372
9	97,022	96,887	128,319	127,898	100,067	99,754
10	86,821	86,901	115,259	114,483	124,174	124,609
11	72,491	72,027	111,399	111,410	130,867	130,048
12	93,940	93,811	121,184	120,614	119,759	118,737
13	105,915	106,544	123,264	123,550	97,976	98,422
14	97,708	97,322	121,391	121,336	96,532	96,824
CCI	0,9977		0,9998		0,9995	

Apêndice N – Dados da posição do ponto anatômico marcado pelo 1º observador para realizar coeficiente de correlação intraclasse (CCI) para a reprodutibilidade intra examinador do lado esquerdo

	CCI - REPRODUTIBILIDADE INTRA EXAMINADOR					
	Esquerdo					
	X		Y		Z	
	1ª Obs 1	2ª Obs 1	1ª Obs 1	2ª Obs 1	1ª Obs 1	2ª Obs 1
1	48,679	48,168	76,281	74,897	48,744	47,078
2	193,091	193,271	139,335	138,707	111,957	111,952
3	200,953	201,961	131,444	132,735	103,881	102,948
4	195,616	195,689	141,120	139,801	94,027	93,449
5	188,346	188,593	123,849	124,044	116,760	117,120
6	190,109	189,838	124,758	124,654	111,323	110,213
7	207,170	207,081	127,126	127,028	107,684	106,816
8	197,942	198,128	127,540	127,317	110,716	110,138
9	195,008	194,728	125,908	125,697	103,415	101,988
10	183,472	183,248	109,334	109,426	128,529	128,668
11	171,705	171,846	118,162	118,357	126,514	126,641
12	200,517	199,912	123,838	122,744	120,344	120,240
13	192,399	192,558	123,336	123,216	102,233	102,258
14	192,016	191,875	121,524	121,838	100,018	99,365
CCI	1		0,999		0,9989	

Apêndice O – Dados da posição do ponto anatômico marcado pelo 2º observador para realizar coeficiente de correlação intraclasse (CCI) para a reprodutibilidade intra examinador do lado direito

CCI - REPRODUTIBILIDADE INTRA EXAMINADOR						
Direito						
	X		Y		Z	
	1ª Obs 2	2ª Obs 2	1ª Obs 2	2ª Obs 2	1ª Obs 2	2ª Obs 2
1	-51,900	-52,059	71,868	72,069	48,973	49,820
2	91,839	91,890	130,854	131,290	112,541	113,897
3	99,595	99,984	132,432	132,022	107,089	108,204
4	95,013	96,191	132,523	132,437	102,052	102,084
5	85,161	85,036	118,017	117,676	117,918	118,114
6	94,844	94,739	124,811	124,501	107,029	107,104
7	103,511	103,751	134,486	134,356	108,139	108,402
8	97,734	98,529	132,531	132,360	109,004	108,714
9	95,345	95,694	128,355	128,400	101,272	101,359
10	86,041	85,338	115,034	114,352	125,561	125,518
11	70,748	70,783	111,101	110,503	132,005	132,107
12	93,951	93,817	121,319	121,254	122,874	121,915
13	105,140	104,617	123,568	124,176	101,902	98,901
14	96,694	96,921	122,057	121,733	98,010	97,076
CCI	0,9997		0,9998		0,9989	

Apêndice N – Dados da posição do ponto anatômico marcado pelo 2º observador para realizar coeficiente de correlação intraclasse (CCI) para a reprodutibilidade intra examinador do lado esquerdo

CCI - REPRODUTIBILIDADE INTRA EXAMINADOR						
Esquerdo						
	1ª Obs 2	2ª Obs 2	1ª Obs 2	2ª Obs 2	1ª Obs 2	2ª Obs 2
1	48,003	48,077	75,622	75,825	48,488	49,844
2	191,958	191,865	138,318	139,054	113,740	113,766
3	200,360	200,066	132,343	132,040	104,985	105,534
4	194,464	194,549	141,432	141,068	94,600	96,191
5	188,047	187,928	123,636	123,999	119,655	119,312
6	188,914	189,573	125,317	125,077	111,745	114,062
7	206,499	207,229	127,444	127,010	110,071	108,801
8	197,269	197,954	129,098	128,229	111,660	111,800
9	194,226	193,730	125,864	127,008	106,498	106,515
10	183,492	183,552	107,679	109,339	128,395	129,374
11	170,780	170,973	118,383	118,416	127,380	127,504
12	199,560	198,904	123,122	122,499	124,141	124,758
13	191,985	191,996	123,515	123,492	103,211	102,344
14	191,384	191,363	122,402	122,239	100,270	99,941
CCI	1		0,9993		0,9979	

Apêndice P – Dados da posição do ponto anatômico marcado pelos 2 observadores para realizar coeficiente de correlação intraclasse (CCI) para a reprodutibilidade inter examinador do lado direito

	CCI - REPRODUTIBILIDADE INTER EXAMINADOR					
	Direito					
	X		Y		Z	
	1ª Obs 1	1ª Obs 2	1ª Obs 1	1ª Obs 2	1ª Obs 1	1ª Obs 2
1	-51,151	-51,900	72,089	71,868	48,472	48,973
2	92,190	91,839	131,409	130,854	113,124	112,541
3	100,756	99,595	131,523	132,432	105,445	107,089
4	95,735	95,013	132,327	132,523	100,515	102,052
5	85,308	85,161	117,841	118,017	115,534	117,918
6	96,274	94,844	124,965	124,811	105,668	107,029
7	104,676	103,511	134,563	134,486	105,976	108,139
8	98,788	97,734	132,249	132,531	105,976	109,004
9	97,022	95,345	128,319	128,355	100,067	101,272
10	86,821	86,041	115,259	115,034	124,174	125,561
11	72,491	70,748	111,399	111,101	130,867	132,005
12	93,940	93,951	121,184	121,319	119,759	122,874
13	105,915	105,140	123,264	123,568	97,976	101,902
14	97,708	96,694	121,391	122,057	96,532	98,010
CCI	1		0,9832		0,9967	

Apêndice Q – Dados da posição do ponto anatômico marcado pelos 2 observadores para realizar coeficiente de correlação intraclasse (CCI) para a reprodutibilidade inter examinador do lado esquerdo

	CCI - REPRODUTIBILIDADE INTER EXAMINADOR					
	Esquerdo					
	1ª Obs 1	1ª Obs 2	1ª Obs 1	1ª Obs 2	1ª Obs 1	1ª Obs 2
1	48,679	48,003	76,281	75,622	48,744	48,488
2	193,091	191,958	139,335	138,318	111,957	113,740
3	200,953	200,360	131,444	132,343	103,881	104,985
4	195,616	194,464	141,120	141,432	94,027	94,600
5	188,346	188,047	123,849	123,636	116,760	119,655
6	190,109	188,914	124,758	125,317	111,323	111,745
7	207,170	206,499	127,126	127,444	107,684	110,071
8	197,942	197,269	127,540	129,098	110,716	111,660
9	195,008	194,226	125,908	125,864	103,415	106,498
10	183,472	183,492	109,334	107,679	128,529	128,395
11	171,705	170,780	118,162	118,383	126,514	127,380
12	200,517	199,560	123,838	123,122	120,344	124,141
13	192,399	191,985	123,336	123,515	102,233	103,211
14	192,016	191,384	121,524	122,402	100,018	100,270
CCI	0,9999		0,9989		0,9976	

Apêndice R – Dados das distâncias vetoriais entre os eixos anatômico e verdadeiro. Média, desvio padrão e teste *t* entre os lados direito e esquerdo. Anteroinferior (AI), anterossuperior (AS), pósterio-inferior (PI) e pósterio-superior

	Direito				Esquerdo			
	Horiz.	Vert.	Dif	vetor	Horiz.	Vert.	Dif	vetor
1	1,146	8,182	8,262	AI	0,037	5,790	5,790	AI
2	6,186	3,163	6,948	AI	3,840	1,818	4,249	AI
3	5,048	-1,731	5,337	AS	2,953	-2,567	3,913	AS
4	6,588	9,552	11,604	AI	8,027	10,492	13,210	AI
5	2,818	2,267	3,617	AI	4,005	0,513	4,038	AI
6	2,561	2,860	3,839	AI	-2,133	-0,856	2,298	PS
7	-1,917	1,009	2,166	PI	-0,831	4,999	5,068	PI
8	3,970	2,245	4,561	AI	3,474	3,970	5,275	AI
9	1,991	3,054	3,646	AI	3,598	0,727	3,671	AI
10	4,188	2,371	4,813	AI	2,322	1,718	2,888	AI
11	2,075	3,903	4,420	AI	-0,577	5,556	5,586	PI
12	-0,988	1,012	1,414	PI	0,754	4,333	4,398	AI
13	2,417	1,589	2,893	AI	2,789	2,946	4,057	AI
14	1,237	3,023	3,266	AI	-0,341	3,026	3,045	PI
Soma	37,32	42,50	66,78		27,92	42,47	67,49	
média	2,666	3,036	4,770	AI	1,994	3,033	4,820	AI
dp	2,435	2,834	2,652		2,671	3,251	2,621	
t pareado	0,2246	0,9969	0,9211					

Apêndice R – Dados das distâncias absolutas entre os eixos anatômico e verdadeiro. Média, desvio padrão e teste *t* entre os lados direito e esquerdo

	Direito			Esquerdo		
	Horiz.	Vert.	Dif	Horiz.	Vert.	Dif
1	1,146	8,182	8,262	0,037	5,79	5,79
2	6,186	3,163	6,948	3,84	1,818	4,249
3	5,048	1,731	5,337	2,953	2,567	3,913
4	6,588	9,552	11,604	8,027	10,492	13,21
5	2,818	2,267	3,617	4,005	0,513	4,038
6	2,561	2,86	3,839	2,133	0,856	2,298
7	1,917	1,009	2,166	0,831	4,999	5,068
8	3,97	2,245	4,561	3,474	3,97	5,275
9	1,991	3,054	3,646	3,598	0,727	3,671
10	4,188	2,371	4,813	2,322	1,718	2,888
11	2,075	3,903	4,42	0,577	5,556	5,586
12	0,988	1,012	1,414	0,754	4,333	4,398
13	2,417	1,589	2,893	2,789	2,946	4,057
14	1,237	3,023	3,266	0,341	3,026	3,045
Soma	43,13	45,96	66,79	35,68	49,31	67,49
média	3,081	3,283	4,770	2,549	3,522	4,820
dp	1,833	2,520	2,652	2,102	2,668	2,621
t pareado	0,1460	0,6726	0,9213			

ANEXOS

ANEXO A Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Aspectos morfofuncionais da oclusão em pacientes com sinais e sintomas de DTM

Pesquisador: Solange Mongelli de fantini

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 41935815.0.0000.0075

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.366.055

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma emenda a um projeto aprovado pelo CEP em 11/03/2015. Dois novos procedimentos a axiografia e a digitalização dos modelos de gesso serão acrescentados sobre a mesma amostra anteriormente selecionada. Como mencionado no projeto de pesquisa, os pacientes foram submetidos a terapia da sintomatologia muscular pela utilização de placa miorrelaxante. Como consequência desse procedimento os movimentos mandibulares podem ser registrados e avaliados com o auxílio do axiógrafo de forma precisa, e assim será acrescentado informações tanto para o diagnóstico das condições articulares, como para a transferência da relação maxilo-mandibular ao articulador, além de permitir a transferência do eixo de rotação da cabeça da mandíbula para ambiente virtual durante a realização da TCFC. A digitalização dos modelos de gesso será realizada para promover a inclusão desses ao ambiente virtual associado a TCFC, permitindo assim uma visualização tridimensional (3D) de todos os componentes de diagnóstico como cefalometria 3D, oclusão virtual e eixo de rotação da cabeça da mandíbula. Os procedimentos acima descritos, axiografia e digitalização dos modelos de gesso, serão realizados a fim de favorecer todos os pacientes e não acrescentará custos a nenhum deles.

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 1.366.055

Objetivo da Pesquisa:

Considerando-se a importância do diagnóstico ortodôntico em RC para o equilíbrio funcional do sistema estomatognático, propõem-se, antes e após o uso de placa desprogramadora: 1. Medirem-se os deslocamentos dos côndilos, entre as posições de RC e MIH, dos lados direito e esquerdo, nos três planos do espaço, por meio do Indicador de Posição Condilar (IPC).

2. Avaliarem-se as características miofuncionais. 3. Estudar-se a possível influência do tratamento miofuncional associado ao uso de placa mio-relaxante. 4. Avaliar-se a atividade dos músculos masseter e temporal anterior, por meio de exames eletromiográficos. 5. Determinarem-se os padrões do sono e respiratórios, por meio de exames de polissonografia, definindo-se a incidência de episódios de apnéia, hipopnéia, e o percentual de dessaturação da oxihemoglobina do sangue arterial. 6. Avaliarem-se as características craniofaciais e as dimensões tridimensionais da faringe do paciente, por meio de TCFC. 7. Avaliarem-se as imagens das ATMs, por meio de exames por ressonância magnética. 8. Avaliar os padrões dos movimentos mandibulares registrados pela axiografia. 9. Comparar a localização do eixo de rotação verdadeiro da mandíbula por meio de imagens de TCFC e axiografia.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

O paciente será submetido a exames de tomografia computadorizada Cone Beam envolvendo toda a região da face, assim apresenta o risco inerente a exposição de raios-x.

Benefícios:

Este estudo visa contribuir para a elucidação da relação existente entre maloclusão e DTM de origem musculoesquelética e remissão de sintomatologia após o uso de placa mio-relaxante.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Dois novos procedimentos a axiografia e a digitalização dos modelos de gesso serão acrescentados sobre a mesma amostra anteriormente selecionada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados: projeto completo; TCLE; folha de rosto devidamente assinada; parecer de aprovação do CEP em

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br

**FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO**

Continuação do Parecer: 1.366.055

Recomendações:

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOUSP relatórios parciais semestrais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final ao término do trabalho. Qualquer modificação do projeto original deve ser apresentada a este CEP, de forma objetiva e com justificativas, para nova apreciação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Emenda aprovada.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_480885 E1.pdf	01/12/2015 12:36:14		Aceito
Outros	IMG_2661.jpg	01/12/2015 12:35:33	FABIO YANIKIAN	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE2.docx	30/11/2015 11:37:15	FABIO YANIKIAN	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	emenda_projeto2.doc	30/11/2015 11:36:42	FABIO YANIKIAN	Aceito
Parecer Anterior	3354_001.pdf	27/02/2015 10:14:47		Aceito
Folha de Rosto	folha_rosto.pdf	19/02/2015 14:58:12		Aceito
Outros	adendo_CEP.doc	14/02/2015 11:19:31		Aceito
Parecer Anterior	2010.jpg	09/02/2015 23:07:35		Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br

Continuação do Parecer: 1.366.055

SAO PAULO, 14 de Dezembro de 2015

Assinado por:
Maria Gabriela Haye Biazevic
(Coordenador)

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7814 **E-mail:** cepfo@usp.br