



**UNESP – Universidade Estadual Paulista Julio  
de Mesquita Filho  
Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**GUILHERME MACHADO DA PORCIÚNCULA**

**AVANÇO MAXILO-MANDIBULAR E REPOSICIONAMENTO  
SIMULTÂNEO DOS DISCOS ARTICULARES. AVALIAÇÃO  
TRIDIMENSIONAL.**

**ARARAQUARA  
2014**



**UNESP – Universidade Estadual Paulista "Julio  
de Mesquita Filho"  
Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**GUILHERME MACHADO DA PORCIÚNCULA**

**AVANÇO MAXILO-MANDIBULAR E REPOSICIONAMENTO  
SIMULTÂNEO DOS DISCOS ARTICULARES. AVALIAÇÃO  
TRIDIMENSIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Ciências Odontológicas  
– Área de Ortodontia, da Faculdade de  
Odontologia de Araraquara, da  
Universidade Estadual Paulista, para  
obtenção do título de Mestre em Ciências  
Odontológicas

Orientador: Prof. Dr. João Roberto Gonçalves

ARARAQUARA  
2014

Porciúncula, Guilherme Machado da

Avanço maxilo-mandibular e reposicionamento simultâneo dos discos articulares. Avaliação tridimensional / Guilherme Machado da Porciúncula.-- Araraquara: [s.n.], 2013.

135 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Odontologia

Orientador: Prof. Dr. João Roberto Gonçalves

1. Cirurgia ortognática 2. Avanço mandibular 3. Articulação  
têmporomandibular I. Título

**GUILHERME MACHADO DA PORCIÚNCULA**

**AVANÇO MAXILO-MANDIBULAR E REPOSICIONAMENTO  
SIMULTÂNEO DOS DISCOS ARTICULARES. AVALIAÇÃO  
TRIDIMENSIONAL**

**Comissão Julgadora**

Dissertação para obtenção do grau de mestre

Presidente e Orientador.....Prof. Dr. João Roberto Gonçalves

2º Examinador.....Profa. Dra. Daniela Gamba Garib Carreira

3º Examinador.....Prof. Dr. Dirceu Barnabé Raveli

Araraquara, 19 de fevereiro de 2014

## **DADOS CURRICULARES**

**NOME** Guilherme Machado da Porciúncula

**NASCIMENTO** 25/11/1978 - Araraquara/SP

**FILIAÇÃO** Hélio Ferraz Porciúncula

Norma Machado Porciúncula

## **FORMAÇÃO ACADÊMICA**

**1998-2002** Curso de Graduação, Universidade do Sagrado Coração  
USC-Bauru

**2003-2004** Residência em Ortodontia preventiva no Hospital de  
Reabilitação de Anomalias Craniofaciais HRAC/USP/Bauru

**2005-2007** Especialização em Ortodontia na Sociedade de  
Promoção Social do Fissurado Labio Palatal PROFIS/Bauru

**2011-2014** Curso de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área  
de Concentração em Ortodontia, nível Mestrado, Faculdade  
de Odontologia de Araraquara FOAr/UNES

## ***DEDICATÓRIA ESPECIAL***

Dedico este trabalho aos meus pais, Helio e Norma Porciúncula, que sempre suportaram a minha decisão em trilhar o caminho da pós-graduação. Mais que isso, me deram a vida e os valores morais e éticos. Sou grato a vocês por tudo que representaram e ainda representam na minha formação. Minha mãe por toda sua coragem, racionalidade e amor incondicional. Meu pai pelo exemplo de cirurgião dentista que é, e pelo exemplo de professor que foi dentro desta instituição. Me sinto privilegiado em tê-los como os meus principais orientadores.

Obrigado por tudo que fizeram e ainda fazem por mim!

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

Agradeço a Deus pela vida, pela proteção e saúde minha e dos meus familiares.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Roberto Gonçalves, pela oportunidade em fazer o mestrado com o senhor em uma linha de pesquisa de ponta. Agradeço por toda a orientação, por toda a ajuda e por todos os ensinamentos. Esteja certo de que serei eternamente grato.

Ao Prof.Dr. Larry Miller Wolford pelo desprendimento em nos ceder seus arquivos para que fosse possível compormos as nossas amostras, pelos ensinamentos e pelas valiosas sugestões na montagem dessa brilhante linha de pesquisa.

Ao meu colega e "*co-orientador*" Leonardo Koerich de Paula, por toda sua inestimável ajuda, pela capacidade de trabalho e por todos os ensinamentos que prestou não só a mim mas também a todo o grupo de colegas que estiveram envolvidos nesta pesquisa. Muito obrigado!

Ao Celso Boen por tudo que você fez para que esse trabalho pudesse ser concluído. Pela dedicação, pronto atendimento, e principalmente pela boa vontade em colaborar em todas as fases desse nosso estudo.

Aos meus colegas Jaqueline Ignácio e Jonas Bianchi por todo o empenho em me ajudar. Este trabalho é nosso. Desejo à vocês muito sucesso!

À minha querida irmã, Mariana Machado da Porciúncula, por todas as energias positivas, pela torcida e também por todo o apoio não só pessoal como também na condução da nossa clínica nesse meu período de ausência.

Ao meu primo Marcelo Porciúncula e ao meu grande amigo e "irmão" Dr. Romão Mansano pela parceria e pelo apoio durante todo o meu período em que estive me dedicando à pós-graduação.

## ***AGRADECIMENTOS ESPECIAIS***

À toda equipe da Porciúncula Odontologia Especializada, Taisa Martins, Adriana Porciúncula, Vania Ramos e Tâmilis Soares. Sem o empenho de vocês, certamente esta minha oportunidade de estudo não seria viabilizada.

## ***AGRADECIMENTOS***

À **Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP**, na pessoa de seu Magnífico Reitor Prof. Dr. Júlio Cezar Durigan.

À **Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr**, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, na pessoa de sua diretora, Profa. Dra. Andréia Affonso Barretto Montandon e de sua vice-diretora, Profa. Dra. Elaine Maria Sgavioli Massucato.

Ao **Departamento de Clínica Infantil** da Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr/UNESP.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas** coordenado pelo professor Dr. Osmir Batista de Oliveira Junior (coordenador).

Aos **professores da Disciplina de Ortodontia**: Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli, Prof. Dr. Ary dos Santos-Pinto, Prof. Dr. João Roberto Gonçalves, Profa. Dra. Lídia Parsekian Martins, Prof. Dr. Luiz Gonzaga Gandini Junior e Prof. Dr. Maurício Tatsuei Sakima — pelos valiosos ensinamentos.

Aos **meus colegas da turma de Mestrado**: Rachel, Daniela, Fernando e Roberto. Desejo à vocês muito sucesso!

Aos **funcionários do Departamento de Clínica Infantil**, por todo o suporte fornecido para que essa pesquisa pudesse ser realizada.

Aos **funcionários da Seção de Pós-Graduação**, em especial à Mara e ao Alexandre por toda ajuda e informação prestada.

# RESUMO

Porciúncula GM. Avanço maxilo-mandibular e reposicionamento dos discos articulares. Avaliação tridimensional [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2014

### **Resumo**

O presente estudo avaliou os deslocamentos tridimensionais e as respostas morfológicas adaptativas após avanços maxilo-mandibulares (MMA), com e sem reposicionamento simultâneo dos discos articulares. A amostra foi constituída por arquivos tomográficos digitalizados (TCFC), de 32 indivíduos (23 do gênero feminino e 9 do gênero masculino) que foram divididos em 2 grupos: grupo 1 (n=12 e idade média 31,8 anos) - indivíduos com ATMs normais, sem deslocamento dos discos e submetidos ao MMA sem intervenção da ATM; grupo 2 (n=20 e idade média 29,8 anos) - indivíduos com sinais e sintomas de desarranjos nas ATMs, com deslocamento bilateral dos discos articulares e submetidos ao MMA com reposicionamento simultâneo dos discos.. Um método automático de sobreposição pela base do crânio foi utilizado para registrar as TCFC em três tempos distintos; T1 (pré-cirúrgico), T2 (pós-cirúrgico imediato) e T3 (pós-cirúrgico com no mínimo 11 meses de acompanhamento). Para avaliar as mudanças cirúrgicas (T2-T1) e as respostas adaptativas (T3-T2), as TCFC foram comparadas através do método de correspondência de forma (SPHARM-PDM). A análise estatística foi realizada por meio de teste t de Student, para verificar se houveram diferenças estatisticamente significantes entre os dois tipos de cirurgias, e correlações de Pearson para verificar eventuais indicadores de instabilidade. Observou-se que os deslocamentos cirúrgicos (T2-T1) foram semelhantes em ambos os grupos para todas as regiões de interesse, exceto os côndilos que se moveram em direções opostas; grupo 1 (superior e posterior) e grupo 2 (inferior e anterior). No período de acompanhamento (T3-T2), observou-se grande variabilidade individual, com menor magnitude no grupo 2. Recidivas sagitais foram semelhantes em ambos os grupos e menores 20%. Concluímos que o avanço

maxilo-mandibular é um procedimento cirúrgico estável que promove deslocamentos condilares no pós cirúrgico imediato.

**Palavras-chave:** cirurgia ortognática; avaliação tridimensional; articulação têmporomandibular

# ABSTRACT

Porciúncula GM. Maxillomandibular advancement and articular disc repositioning. Three-dimensional assessment. [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP ; 2014

### ***Abstract***

This study assessed three-dimensional displacements and adaptive morphological responses following maxillomandibular advancement (MMA) with or without simultaneous repositioning of the temporomandibular joint (TMJ) articular discs. The sample was composed of CBCT files of cone-beam computed tomography images from 32 subjects (23 females and 9 males) that were divided into 2 groups: group 1 (n=12) - subjects without disc displacement underwent MMA with no TMJ intervention; group 2 (n=20) - subjects with bilateral disc displacements underwent MMA with simultaneous TMJ articular disc repositioning. An automatic cranial base superimposition method was used to register the CBCT's files in three time points: T1 (pre-surgery), T2 (immediate postoperative) and T3 (at least 11 months follow-up). To assess surgical changes (T2-T1) and adaptive responses (T3-T2), the CBCT's files were compared using the shape correspondence (SPHARM-PDM) quantitative method. Statistical analysis was performed by means of Student t test and Pearson correlation coefficient. We observed that surgical displacements (T2-T1) were similar in both groups for all the regions of interest, except the condyles that moved in opposite directions; group 1 (superior and posterior) and group 2 (inferior and anterior). In the longest follow up period (T3-T2), we observed large individual variability, with smaller magnitude of change in group 2. Sagittal relapses were similar in both groups and less than 20%. We concluded that maxillomandibular surgical advancement is a stable procedure that promotes condylar displacements immediate after surgery. Articular disc repositioning was beneficial since condylar resorption had lower magnitude in group 2 subjects.

**Keywords:** orthognathic surgery; three dimensional assessment; temporomandibular joint

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	22
3 PROPOSIÇÃO.....	51
4 MATERIAL E MÉTODO.....	53
5 RESULTADO.....	78
6 DISCUSSÃO.....	94
7 CONCLUSÃO.....	113
8 REFERÊNCIAS.....	115
ANEXO.....	126
APÊNDICE.....	128

# INTRODUÇÃO

## 1 Introdução

Pacientes diagnosticados com maloclusão de classe II de Angle, dependendo da magnitude da discrepância esquelética que possuírem, poderão ser tratados com camuflagem ortodôntica, com ortopedia ou com ortodontia associada a cirurgia ortognática. O diagnóstico para estabelecer a magnitude dos problemas funcionais, bem como a expectativa do paciente em relação ao tratamento devem nortear a escolha da terapia <sup>8</sup>.

A indicação para tratamento ortodôntico-cirúrgico geralmente ocorre quando há alteração esquelética participando significativamente na formação da maloclusão. Frequentemente, os pacientes com padrão de crescimento vertical apresentam-se com este tipo de maloclusão esquelética. O aumento da altura facial anteroinferior (AFAI), o crescimento mandibular com rotação no sentido horário e a atresia dento-alveolar superior são características comuns à esses indivíduos. A respiração bucal é frequente devido a diminuição dos espaços naso e buco faringianos. Devido a isso, esses indivíduos apresentam-se mais suscetíveis a processos alérgicos crônicos, hipertrofia de cornetos nasais inferiores, e infecções recorrentes nas adenoides e amígdalas <sup>18</sup>.

Os vários problemas oclusais, esqueléticos e respiratórios, acima citados, são suficientes para indicação do protocolo ortodôntico-cirúrgico, o qual tem como intenção terapêutica o restabelecimento das funções mastigatória, respiratória e a promoção da estética facial <sup>15</sup>.

Dentro dos diferentes protocolos ortodôntico-cirúrgicos existentes, as cirurgias bimaxilares de avanço mandibular com rotação anti-horária do plano oclusal, tem sido indicadas com mais frequência do que cirurgias isoladas de mandíbula <sup>95</sup>.

Paralelamente ao estabelecimento dos diferentes protocolos cirúrgicos para avanço mandibular, muitos estudos avaliando a estabilidade mandibular pós-cirúrgica foram realizados <sup>2, 4, 10, 12, 14, 15, 19, 22, 31, 36, 39, 42, 47, 49, 52, 59, 68, 69, 86, 87, 97</sup>. Embora o avanço mandibular seja considerado um procedimento cirúrgico estável, algumas instabilidades pós-operatórias podem ocorrer, as quais são geralmente relacionadas à recidiva sagital <sup>9, 10, 79</sup>.

A preocupação com a estabilidade mandibular não é recente, como se pode verificar nas mudanças do desenho da osteotomia bilateral sagital, proposta por Wolford et al. <sup>97</sup> (1987). Este difere do desenho convencional por incluir uma osteotomia perpendicular ao corpo mandibular, a qual funciona como um guia para o deslize entre os segmentos proximais (contendo os côndilos) e os distais (contendo os dentes).

Ainda com relação à estabilidade, existem outras preocupações que extrapolam o desenho da osteotomia, tais como: 1) o aumento de carga mecânica sobre as articulações têmporomandibulares (ATMs); 2) rotações, torques e reabsorções condilares com consequentes alterações oclusais; 3) o sistema de fixação interna rígida dos segmentos após a osteotomia de maneira eficiente <sup>11,30</sup>.

A literatura relata uma associação entre os indivíduos de crescimento vertical e a suscetibilidade ao desenvolvimento ou agravamento de processos patológicos nas ATMs <sup>5,6,40,78,42,81,95</sup>. Estudos apontam que a correção dos problemas funcionais dos pacientes verticais, através dos avanços mandibulares, podem provocar efeitos deletérios nas ATMs com consequentes recidivas cirúrgicas <sup>33,39,58,61,100</sup>.

Analisando os relatos literários pode-se notar uma dicotomia entre o diagnóstico e plano de tratamento versus o prognóstico. Em outras palavras, o tratamento ortodôntico-cirúrgico, indicado como sendo o ideal para indivíduos com o padrão de crescimento craniofacial vertical, pode promover efeitos colaterais indesejáveis nas ATMs e também instabilidades pós-cirúrgicas.

Neste contexto, a posição e a integridade do disco articular são enfatizadas como indicadores de risco, e também como elementos para controle das patologias articulares. Acredita-se que a adequada avaliação e reposicionamento cirúrgico dos discos articulares são essenciais para que se tenha êxito, principalmente em casos propensos a reabsorções condilares <sup>40,64,95,97</sup>.

Para a avaliação das ATMs e seus componentes, além dos exames radiográficos convencionais (radiografias panorâmicas, telerradiografias em norma lateral e frontal), as ressonâncias magnéticas e tomografias computadorizadas passaram a ser utilizadas como rotina por serem consideradas exames de maior qualidade de imagem e de maior precisão <sup>11,26,27,28,43,45,46,63,75,77</sup>. A ressonância magnética permite avaliações dos tecidos moles articulares de forma dinâmica, com imagens que mostram a condição do disco articular e seu relacionamento com os côndilos <sup>17,34,51,54,58,66,71,72,94</sup>. Já as tomografias computadorizadas, inicialmente tinham indicação limitada em função do nível maior de radiação. Posteriormente, com o advento das tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFCs) <sup>70</sup>, a dose de radiação tornou-se significativamente menor, e mais concentrada a região de cabeça e pescoço, tornando-se a partir de então um exame de rotina para planejamentos ortodôntico-cirúrgico.

Esta evolução no campo das imagens radiológicas ocasionou uma série de estudos sobre a confiabilidade de tais exames para diagnóstico, os quais apontaram as TCFCs

como superiores aos métodos tradicionais, como as radiografias panorâmicas e telerradiografias <sup>1, 26, 27, 28, 43, 45, 46, 63, 75, 77</sup>. Nessa direção, Barghan et al. <sup>11</sup> (2012) afirmaram que as TCFCs permitem avaliações tridimensionais das estruturas ósseas craniofaciais, através de imagens compostas no sentido sagital, axial e coronal, sem sobreposições e distorções de estruturas, como frequentemente ocorrem nas imagens radiográficas. Outros autores ainda afirmaram que a imagem tridimensional permite melhor visualização das estruturas e maior precisão na mensuração quando comparada às imagens bidimensionais <sup>48, 91</sup>.

Ao assumir um papel de destaque para o diagnóstico, as TCFCs também passaram a ser alvo de avaliações com foco no prognóstico, como relatam os estudos de acompanhamentos de pós tratamento <sup>19, 20, 22, 26, 36, 41, 68, 69, 78, 80</sup>.

Devido ao maior número de informações proporcionadas pelas imagens tridimensionais, tornou-se necessário o desenvolvimento de métodos que gerassem resultados que não separassem os movimentos ocorridos nos eixos x, y e z <sup>3, 20, 21, 23, 78, 93</sup>.

Cevidanes et al. <sup>20</sup> (2005) validaram um método confiável de sobreposição tridimensional, possível de ser feito com duas ou mais TCFCs, para avaliar pacientes submetidos a cirurgias ortognáticas. Através de segmentações de superfície obtidas a partir das TCFCs, tendo a base craniana pré-cirúrgica como referência para sobreposição, este método tornou possível a avaliação tridimensional dos deslocamentos cirúrgicos e das respostas adaptativas ao longo do tempo. A validação desse método mostrou também sua superioridade em relação aos estudos realizados com imagens bidimensionais cefalométricas, por permitir avaliar os deslocamentos ocorridos em uma superfície, e não apenas em um ponto. Além disso, mostrou ter grande capacidade de associar mudanças estruturais à estabilidade das correções cirúrgicas.

Juntamente com os métodos de avaliações tridimensionais, os métodos para mensuração dos deslocamentos das superfícies também necessitaram evoluir para que pudessem obter uma análise quantitativa que representasse o movimento ocorrido tridimensionalmente. Dentre os mais utilizados, recentemente, estão : o Método de Algoritmos Iterativos de Pontos Próximos (Iterative Closest Points - ICP), que mensura a menor distância entre pontos de duas diferentes superfícies; e o Método de Correspondência de Forma, que inicialmente foi utilizado em estudos neurológicos para avaliação de estruturas cerebrais, e posteriormente foi validado para área odontológica, através da criação da ferramenta SPHARM-PDM ( que faz a correspondência de forma), como método para mensuração dos deslocamentos promovidos pelas cirurgias

ortognáticas<sup>19, 22, 37, 38, 42, 68, 69, 78, 80, 81, 92, 93</sup> .

Diante do exposto, essa pesquisa tem como objetivo avaliar tridimensionalmente, através dos Métodos de Sobreposições pela Base do Crânio e de Correspondência de Forma, cirurgias ortognáticas de avanço maxilo-mandibulares, com e sem reposicionamento simultâneo dos discos articulares das ATMs, realizadas em indivíduos com padrão de crescimento predominantemente vertical.

REVISÃO DA  
LITERATURA

## ***2 Revisão da literatura***

Dois itens, considerados como principais para o presente estudo, foram focalizados pela revisão da literatura :

- . as cirurgias ortognáticas e as articulações têmporomandibulares;
- . a avaliação tridimensional de cirurgias ortognáticas com tomografias computadorizadas de feixe cônico.

### **2.1 Cirurgias ortognáticas e articulações têmporomandibulares**

#### **2.1.1 Cirurgias ortognáticas**

Proffit et al.<sup>82</sup>(1990) avaliaram dados de mais de 1000 pacientes da Universidade da Carolina do Norte (USA) com o objetivo de verificar quais as características que motivam os indivíduos a buscar um tratamento ortodôntico-cirúrgico. Como resultado, encontraram a assimetria facial, em 25% dos casos; concluíram também ser o gênero feminino como sendo duas vezes mais propenso a fazer as avaliações e a aceitar o tratamento cirúrgico. Observaram, por outro lado, que os indivíduos face longa, classe III, submeteram-se com mais frequência à avaliação cirúrgica do que aqueles com deficiência mandibular, porém com altura facial normal ou encurtada. Embora a procura pela avaliação tenha sido maior por indivíduos com aquelas características morfológicas, não ficou confirmado que as mesmas tivessem uma relação com a decisão de aceitar ou rejeitar a recomendação cirúrgica.

Com relação às deformidades esqueléticas e faciais, Proffit, White<sup>83</sup> (1990) afirmaram que o tratamento ortodôntico-cirúrgico em adultos, deverá ser indicado somente quando a correção, através de movimentos dentários, não for possível. Já em crianças, tal indicação deverá ocorrer quando a combinação de tratamento ortodôntico, associado a fatores de crescimento, não forem suficientes para a correção. Afirmaram ainda que somente a correção oclusal não será suficiente se o tratamento não prover estética facial.

Proffit et al.<sup>84</sup> (1992) compararam correções ortodôntica-cirúrgicas versus ortodôntica, em adolescentes classificados como classe II esquelética. Compararam 3 grupos de adolescentes. Concluíram que :

. no grupo tratado cirurgicamente com sucesso, foi o avanço mandibular, com reposicionamento vertical da maxila, o procedimento mais indicado para o tratamento da classe II esquelética;

. no grupo tratado com ortodontia apenas, foi a retração dos incisivos superiores, e protração dos inferiores, o procedimento com melhor resultado;

. no grupo tratado ortodonticamente sem sucesso, possíveis causas do insucesso, notadas com frequência, foram a altura facial aumentada, a severa deficiência mandibular e o grande overjet. Notaram também que houve menor retração dos incisivos superiores e menor crescimento. Concluíram que a cirurgia ortognática deve ser indicada para adolescentes com classe II esquelética, quando estão no surto de crescimento, com overjet maior que 10mm, com comprimento mandibular menor que 70mm, e altura facial maior que 125mm.

Em estudo para observar os efeitos dos tratamentos ortodôntico-cirúrgicos em adultos, Proffit et al. <sup>84</sup>(1992) utilizaram pontos cefalométricos e modelos de gesso para determinar a eficácia do tratamento. Quanto à estética, os pacientes foram analisados por juízes através de slides faciais pré e pós-tratamento. Como resultado concluíram que, tanto o tratamento ortodôntico, quanto o ortodôntico-cirúrgico melhoraram a condição oclusal. A cirurgia conseguiu diminuir mais o overjet, e teve melhores resultados na avaliação dos pontos cefalométricos, da oclusão e dos tecidos moles faciais, melhorando a avaliação estética inicial. Já os pacientes ortodônticos não tiveram a avaliação de estética facial alterada.

Bailey et al. <sup>8</sup> (1999) afirmaram que os avanços nas técnicas de cirurgia ortognática permitem o tratamento de casos com estética facial não aceitável, e com resultados oclusais instáveis. Disseram, também, que nem todos pacientes devem ser tratados pelo protocolo cirúrgico, e que a correta seleção e diagnóstico, para esse tratamento irreversível, é primordial para a indicação cirúrgica. Ressaltaram, ainda, que a participação do paciente na decisão pelo tratamento cirúrgico aumenta sua consciência sobre o quadro, e melhora a aceitação do resultado final.

Bailey et al. <sup>9</sup> (2001), revisaram 2000 pacientes da Universidade da Carolina do Norte (USA), e encontraram que, a vasta maioria dos pacientes cirúrgicos, eram compostos por indivíduos do gênero feminino e leucodermas. Em concordância, e complementando o estudo de Proffit et al. <sup>83</sup> (1990), também obtiveram como resultado a proporção de 2 mulheres para 1 homem na procura por avaliações cirúrgicas; assim como observaram que os indivíduos Classe III, face longa, procuraram mais a avaliação cirúrgica do que aqueles

com Classe II. O grupo com Classe II, porém, aceitou com maior frequência a cirurgia do que o grupo com Classe III. A assimetria facial não apareceu como fator influente na decisão pelo tratamento cirúrgico, sugerindo, dessa forma, que a decisão, para eleger este tipo de tratamento, vai além das deformidades esqueléticas e oclusais.

### 2.1.2 Estabilidade em cirurgia ortognática

Juntamente com trabalhos indicando evolução na técnica cirúrgica e suas possibilidades terapêuticas, muitos outros trabalhos abordaram a estabilidade proporcionada pelo procedimento cirúrgico : Wolford et al. <sup>97</sup> (1987); Watzke et al. <sup>96</sup> (1990); Becktor et al. <sup>12</sup> (2002); Bailey et al. <sup>10</sup> (2004); Borstlap et al. <sup>15</sup> (2004); Angle et al. <sup>4</sup> (2007); Gerressen et al. <sup>39</sup> (2007); Proffit et al. <sup>86</sup> (2007); Joss, Vassalli <sup>52</sup> (2009).

Wolford et al. <sup>97</sup> (1987) propuseram mudanças no desenho da osteotomia bilateral sagital da mandíbula, com o objetivo de diminuir complicações durante a cirurgia. Estas mudanças visaram facilitar a separação entre os segmentos proximal e distal e permitir maior controle dos deslocamentos.

Segundo os autores, o desenho proposto, com incisões perpendiculares ao corpo mandibular apresenta como vantagens, a diminuição de intercorrências como fratura do osso cortical vestibular da mandíbula, fraturas verticais no segmento distal, rotação excessiva do segmento proximal e diminuição de torque condilar.

Também ressaltaram a melhoria para colocação dos parafusos de fixação rígida, que dão ao paciente uma condição mais confortável no pós-operatório, assim como a diminuição das atrofia musculares e dos problemas nas ATMs. Como desvantagens citaram a necessidade de maior precisão no planejamento dos cortes e o tempo mais demorado para realizar as cirurgias.

Watzke et al. <sup>96</sup> (1990) compararam a estabilidade do avanço mandibular, após osteotomias bilaterais sagitais, em 70 pacientes divididos em 2 grupos. O Grupo 1, com 35 pacientes cujas mandíbulas foram estabilizadas com parafusos de fixação rígida; e o Grupo 2 com 35 pacientes cujas mandíbulas foram estabilizadas com fios de fixação, por 6 semanas.

Foram excluídos desse estudo pacientes com problemas congênitos, deformidades e traumas faciais; pacientes que submeteram-se a cirurgias ortognáticas bimaxilares; e pacientes que apresentaram grandes avanços mandibulares.

Como resultado o estudo relatou que os pacientes do Grupo 1, estabilizados com fixação rígida, tiveram maior estabilidade horizontal e vertical da mandíbula. No entanto, após um ano de acompanhamento, e tendo como base a avaliação de medidas cefalométricas angulares e lineares, os resultados cirúrgicos entre os 2 grupos foram equivalentes.

Os autores concluíram que a preferência pela fixação rígida deve ocorrer tendo em vista o conforto proporcionado ao paciente, e não à sua capacidade de estabilização mandibular.

Bailey et al.<sup>10</sup> (2004); Proffit et al.<sup>86</sup> (2007) classificaram os procedimentos em cirurgia ortognática em grupos, de acordo com a estabilidade, após 1 ano de acompanhamento:

. grupo 1 : de procedimentos que proporcionaram uma condição muito estável, onde haveria uma chance menor que 10% de mudanças significativas pós-cirúrgicas;

. grupo 2 : de procedimentos que proporcionaram uma condição estável, com chance menor que 20% de mudanças significativas pós-cirúrgicas, e em casos com fixação rígida; e

. grupo 3 : de procedimentos problemáticos, com consideráveis chances de mudanças no pós-cirúrgico.

Os resultados revelaram os procedimentos de impacção maxilar, avanço mandibular e intervenções no mento, como sendo muito estáveis. Avanço e correções de assimetrias maxilares foram considerados procedimentos estáveis. Já as cirurgias bimaxilares, incluindo avanço e/ou retração mandibular, e impacção e/ou avanço maxilar, e as correções de assimetrias mandibulares, foram classificadas como procedimentos estáveis quando estabilizados com fixação rígida.

Classificados como problemáticos foram os procedimentos de retração mandibular, de abaixamento maxilar e de expansão maxilar. Complementando os resultados, os autores afirmaram que os procedimentos cirúrgicos, realizados para correção de classe II/face longa, destacaram-se como mais estáveis que os procedimentos para correção de classe III.

Ainda ressaltaram que as mudanças observadas, após 1 ano de cirurgia, ocorreram na minoria dos pacientes avaliados, sugerindo que os resultados conseguidos, através dos vários procedimentos cirúrgicos, podem ser mantidos e satisfatórios no longo prazo.

Becktor et al.<sup>12</sup> (2002); Angle et al.<sup>4</sup> (2007) avaliaram retrospectivamente, através do uso de telerradiografias pósterio-anteriores e laterais, a estabilidade transversal do

segmento proximal da mandíbula, após osteotomias bilaterais sagitais, estabilizadas com parafusos de fixação rígida. Os resultados das medidas lineares e angulares foram estatisticamente significantes para o aumento da largura transversal do segmento proximal, e para o aumento da angulação na região goníaca. Nenhum dos autores correlacionaram a movimentação transversal do segmento proximal com recidivas horizontais e disfunções têmporomandibulares.

Gerressen et al.<sup>39</sup> (2007) avaliaram retrospectivamente a estabilidade esquelética, após osteotomias bilaterais sagitais, de 49 pacientes submetidos a avanços ou retrações mandibulares. Foram avaliados 2 grupos de pacientes: indivíduos cuja a reprodução do reposicionamento condilar foi realizada manualmente, e indivíduos cuja a reprodução do posicionamento condilar foi feita através do uso de um dispositivo chamado *Luhr device*, durante o ato cirúrgico. Radiografias em norma lateral dos 49 pacientes foram analisadas utilizando-se o software *Adda Keph version 3.0, JR – datentechnik, Leipzig, Germany*, e os critérios para determinar a magnitude da correção cirúrgica e a estabilidade esquelética pós-operatória, foram mudanças no ângulo SNB e a avaliação de Wits.

Os resultados mostraram que não houveram diferenças entre as técnicas de reposicionamento condilar, tanto nas cirurgias de avanços como nas retrações mandibulares. E concluíram que o uso de aparelhos, para reproduzir a posição condilar, não melhoram a estabilidade esquelética da mandíbula no pós-operatório, já que, através da técnica manual, as cirurgias de avanço e retração apresentaram-se igualmente estáveis.

Joss, Vassalli<sup>52</sup> (2009) fizeram uma revisão sistemática de literatura sobre a estabilidade horizontal das cirurgias de avanço mandibular, realizadas com osteotomias bilaterais sagitais, e estabilizadas com diferentes tipos de fixação interna rígida. De 448 artigos, foram selecionados 24 artigos, sendo 6 estudos prospectivos e 18 retrospectivos. A variação dos dados pós-operatórios abrangeram um período de 6 meses a 12,7 anos.

No curto prazo concluíram que :

- . com parafusos bicorticais, a recidiva de curto prazo no ponto B foi entre 1,5% e 32,7%;
- . com mini-placas, a recidiva de curto prazo no ponto B foi entre 1,5% e 18%; e
- . com parafusos bicorticais reabsorvíveis, a recidiva de curto prazo no ponto B foi entre 10,4% e 17,4%.

No longo prazo, verificaram que :

- . com parafusos bicorticais, as recidivas de longo prazo no ponto B foram entre 2,0% e 50,3%;

. com miniplacas, as recidivas de longo prazo foram entre 1,5% e 8,9%, tendo também o ponto B como referência. Concluíram que o avanço mandibular é uma boa opção terapêutica para o tratamento da Classe II esquelética, porém possui menor estabilidade quando comparado à retração mandibular, tanto no curto, quanto no médio prazo. Os parafusos bicorticais, de titânio, de aço e os reabsorvíveis, não mostraram diferenças significativas para estabilidade mandibular, quando comparados com as miniplacas.

Joss, Vassalli <sup>52</sup> (2009) afirmaram, ainda, que a etiologia das recidivas pós-cirúrgicas são multifatoriais, tais como: movimentos condilares, a quantidade de avanço, os tecidos moles e musculares, o ângulo do plano mandibular, o crescimento residual e remodelações, a habilidade do cirurgião e a idade em que o paciente foi operado. Com relação ao plano mandibular em especial, verificaram que pacientes, com menor ângulo do plano mandibular, tiveram maior recidiva vertical; e que pacientes, com ângulo do plano mandibular aumentado, tiveram maior recidiva horizontal. No que se refere à quantidade de movimentação, atestaram que avanços maiores que 6 a 7 mm possuem maior predisposição a recidivas horizontais.

Proffit et al. <sup>87</sup> (2010) compararam a estabilidade do avanço mandibular em 32 adolescentes e 52 adultos, no longo prazo. Para testar se a estabilidade em pacientes jovens era similar a dos adultos, foram comparadas mudanças cefalométricas entre 1 e 5 anos após a cirurgia.

Como resultados, após 1 ano da cirurgia de avanço mandibular, os pacientes jovens apresentaram mudanças horizontais e verticais significativamente maiores no ponto B e pogonio; mudanças horizontais no posicionamento do gonio; e mudanças no ângulo do plano mandibular. Metade dos pacientes jovens (50%), tiveram movimentação para posterior do pogônio, com magnitude entre 2 e 4 mm, e outros 25% com magnitude maior que 4mm. Dos pacientes adultos, apenas 15% tiveram movimentações para posterior, entre 2 e 4mm, e nenhum teve movimentação maior que 4 mm. Encontraram, também, que os pacientes jovens, submetidos a cirurgias bimaxilares, tiveram maiores mudanças do que os que se submeteram apenas ao avanço mandibular.

Por fim, concluíram que, embora a satisfação com o resultado do tratamento tenha sido semelhante entre jovens e adultos, a instabilidade mandibular no longo prazo foi maior nos jovens.

Dicker et al.<sup>31</sup> (2012) avaliaram as alterações ocorridas nos músculos masseter e pterigóideo medial após cirurgias de avanço mandibular. Para isso 16 indivíduos adultos foram separados em 2 grupos, sendo 8 com ângulo do plano mandibular  $<39^\circ$  e 8 com ângulo do plano mandibular  $>39^\circ$ . O Grupo 1 foi tratado apenas com osteotomia bilateral sagital para avanço mandibular, e o grupo 2 foi tratado com cirurgia bimaxilar envolvendo Le Fort I na maxila. Os músculos foram avaliados através de ressonâncias magnéticas, e como resultado encontraram que no Grupo 2 ambos os músculos foram verticalizados em relação ao plano sagital. No plano frontal as mudanças foram insignificantes nos dois grupos. Concluíram que cirurgias bimaxilares em pacientes com ângulo do plano mandibular aumentados tiveram mudanças significantes no masseter e pterigoideo medial no plano sagital.

Beukes et al.<sup>14</sup> (2013) avaliaram a estabilidade pós-cirúrgica do músculo pterigoideo medial e do ligamento estilo-mandibular. Para isso avaliaram dois grupos. No grupo 1 o músculo masseter foi incisado em sua face medial próximo ao ângulo da mandíbula e no grupo 2 nada foi feito. A estabilidade foi avaliada no longo prazo, e o grupo que teve o músculo masseter incisado durante o ato cirúrgico teve maior estabilidade.

### 2.1.3 Côndilos

A morfologia condilar e seus deslocamentos durante cirurgias ortognáticas passaram a ser objetos de muitos estudos: Bouwman et al.<sup>16</sup> (1994); Arnett et al.<sup>5</sup> (1996); Alder et al.<sup>2</sup> (1999); Harris et al.<sup>47</sup> (1999); Wolford et al.<sup>100</sup> (2003); Gill et al.<sup>40</sup> (2008); Gunson et al.<sup>44</sup> (2012), Kim et al.<sup>57</sup> (2012); Kobayashi et al.<sup>59</sup> (2012); Arnett, Gunson<sup>7</sup> (2013), Hoppenreijs et al.<sup>49</sup> (2013).

Bouwman et al.<sup>16</sup> (1994) investigaram uma amostra de 1025 pacientes quanto à presença de reabsorções condilares, após cirurgias ortognáticas estabilizadas com fixação intermaxilar. Para tal foram utilizadas radiografias panorâmicas e de teleperfil. Em um grupo de 158 indivíduos, propensos a desenvolver reabsorções condilares, os achados mostraram que :

- . 91 dos indivíduos, tratados com fixação intermaxilar, somente 24 (26,4%) mostraram sinais de reabsorção condilar;

- . 67 dos indivíduos, tratados sem fixação intermaxilar, apenas 8 (11,9%) mostraram

sinais de redução do volume condilar. Concluíram que a fixação intermaxilar aumenta a probabilidade de incidência de reabsorção condilar após cirurgias ortognáticas, principalmente em pacientes com deficiência mandibular e ângulo do plano mandibular aumentado.

De Clercq et al.<sup>29</sup> (1994), em um estudo retrospectivo, examinaram a ocorrência de atrofia condilar decorrente de cirurgias ortognáticas. Pacientes, com ângulo do plano mandibular aumentado (n=29), foram selecionados a partir de um universo de 93 pacientes submetidos a cirurgias ortognáticas bimaxilares. Os indivíduos selecionados apresentavam encurtamento do ramo mandibular devido a reabsorções condilares. Em 9 (31%) deles, o ramo reabsorveu mais de 2mm, ou mais de 6% do comprimento total dos ramos. Todos os 9 pacientes eram do gênero feminino.

Como conclusão mostraram que não existia uma correlação entre reabsorção condilar e idade; entre reabsorção condilar e a quantidade de retrognatismo; ou entre reabsorção condilar e a presença de disfunções têmporomandibulares. Ressaltaram que as pacientes do gênero feminino, com ângulo do plano mandibular elevado, devem ser informadas sobre a suscetibilidade à reabsorção condilar, assim como serem acompanhadas radiograficamente por pelo menos 2 anos.

Arnett et al.<sup>5</sup> (1996); Wolford, Cardenas<sup>98</sup> (1999) apresentaram trabalhos sobre diagnóstico e tratamento das reabsorções condilares idiopáticas. Ambos admitem que essa patologia é pouco entendida com relação à etiologia, muito embora tenham considerado a causa como sendo multifatorial.

Arnett et al.<sup>5</sup> (1996) concluíram que o tratamento cirúrgico é o protocolo indicado para tais casos, porém acompanhado de um planejamento preciso para evitar a sobrecarga nos cêndilos.

Já Wolford, Cardenas<sup>98</sup> (1999) indicaram o reposicionamento do disco articular, e a remoção da zona bilaminar, concomitantes à cirurgia ortognática. Jovens do gênero feminino, com ângulo do plano oclusal aumentado, com recuo progressivo da mandíbula, e relação oclusal de Classe II de Angle, foram citados por estes autores como indivíduos com características predisponentes à reabsorção condilar idiopática. Nos exames por imagem (radiografias panorâmicas e ressonâncias magnéticas), essa patologia apresentou-se com leve reabsorção condilar e deslocamento dos discos articulares.

Alder et al.<sup>2</sup> (1999), Harris et al.<sup>47</sup> (1999) relataram que cirurgias ortognáticas, que envolvem osteotomias mandibulares, deslocam os cêndilos, independentemente da cirurgia realizada (bimaxilar ou não). Os deslocamentos ocorreram em todos os planos do

espaço, sendo mais comum os que movimentaram os côndilos para superior e posterior, dentro da fossa mandibular. Apontaram que rotações anti-horárias, dos segmentos proximais e distais da mandíbula, induzem ao deslocamento posterior do côndilo e devem ser consideradas como fatores de risco cirúrgico no planejamento.

Dicker et al.<sup>32</sup> (2012) avaliaram a sobrecarga (dinâmica e estática) sobre os côndilos, em pacientes submetidos a avanços mandibulares com osteotomia bilateral sagital. Os pacientes foram divididos em 2 grupos:

- . grupo com 8 indivíduos operados apenas com avanço mandibular, e
- . grupo com 8 indivíduos operados com cirurgia bimaxilar e avanço mandibular.

As rotações condilares foram avaliadas através de ressonâncias magnéticas axiais. Como resultado, exibiram pequenos aumentos de sobrecarga condilar estática e uma ligeira queda na sobrecarga dinâmica. Também foram notadas rotações condilares pequenas. Afirmaram que os resultados obtidos não confirmam a conclusão de que há aumento de sobrecarga condilar no pós-operatório, e que, portanto, não devem ser os avanços mandibulares a causa para severas reabsorções condilares e recidivas cirúrgicas.

Bettega et al.<sup>13</sup> (2002) avaliaram um método de reposicionamento condilar assistido por computador (diodos infra-vermelhos). Para isso separaram a amostra em 3 grupos:

- . grupo 1 - de controle, com reposicionamento condilar efetuado através de procedimento tradicional, empírico;
- . grupo 2 - de 10 pacientes, usando o método assistido por computador, para reposicionar os côndilos somente no plano sagital; e
- . grupo 3 - de 10 pacientes, usando o método assistido por computador, para reposicionar os côndilos nos 3 planos do espaço.

Sucessivas telerradiografias, tomadas com 1, 3, 6 e 12 meses após o procedimento, foram feitas para avaliar a estabilidade esquelética e disfunções nas ATMs.

Os resultados revelaram que 45% dos pacientes do grupo 1 não tiveram a oclusal esperada no pós-operatório; 5 deles tiveram recidiva após 1 ano; 45% apresentaram piora nas condições da ATM, e apenas 63,37% recuperaram o movimento mandibular em 6 meses. Todos os pacientes do grupo 2 tiveram a oclusão esperada, e somente 1 deles apresentou uma leve recidiva e sintomas de alteração nas ATMs.

Também no grupo 3, todos os pacientes tiveram boa oclusão, mas nenhum teve recidiva ou sintoma de disfunções nas ATMs. Concluíram que a qualidade do reposicionamento condilar é o principal fator que contribui para uma boa oclusão e para

estabilidade óssea. Ressaltaram também, por sua vez, que a dificuldade de recuperação da mobilidade mandibular está relacionada com a presença de torques condilares.

Wolford et al.<sup>100</sup> (2003) avaliaram retrospectivamente 25 pacientes com sinais de desarranjos internos das ATMs (deslocamento dos discos articulares), submetidos a cirurgias ortognáticas bimaxilares.

Os sinais e sintomas de desarranjos articulares, como dor, mobilidade mandibular, presença/ausência de estalidos, foram subjetivamente e objetivamente avaliados em 3 tempos : T1 (pre-cirúrgico); T2 (pós-cirúrgico imediato) e T3 (pós-cirúrgico), todos eles acompanhados com o máximo de documentação. Em seguida, as mudanças cirúrgicas (T2-T1), e a estabilidade de longo prazo (T3-T2), foram calculadas através de superposições cefalométricas.

No período pré-cirúrgico, 16% dos pacientes tinham apenas dor; 64% apenas estalidos; e 20% ambos os sintomas. No tempo pós-cirúrgico, 24% dos pacientes apresentaram somente dor; 16% apenas estalidos; e 60% ambos os sintomas. Dos 25, 6 pacientes desenvolveram reabsorção condilar, com consequente Classe II e mordida aberta anterior. Concluíram que pacientes diagnosticados com disfunções nas ATMs no período pré-cirúrgico, e que submeteram-se a cirurgias ortognáticas que incluíram avanços mandibulares, são suscetíveis à piora do quadro no período pós-cirúrgico. Devido a isso, ressaltaram que a disfunção nas ATMs deve ser muito bem avaliada e monitorada em pacientes submetidos a cirurgias ortognáticas.

Kersey et al.<sup>56</sup> (2003) fizeram uma revisão sistemática para avaliar o efeito da osteotomia bilateral sagital, com fixação interna rígida, sobre a morfologia das ATMs. Foram incluídos nesta revisão estudos realizados entre 1966 e 2001, que utilizaram radiografias transcranianas, radiografias submento-vertex, tomografias computadorizadas e ressonâncias magnéticas. Dentre os 6 artigos selecionados, 2 eram relativos ao uso de radiografias submento-vertex; 1 de radiografia transcraniana; 1 de tomografia; 1 de tomografia computadorizada e 1 de ressonância magnética.

A revisão revelou que não foi possível chegar a conclusões mais consistentes, sobre as remodelações ósseas e as condições dos discos articulares, por deficiências metodológicas. Ressaltaram também a grande variabilidade nas mudanças de posicionamento condilar, e a importância de serem feitas novas pesquisas com relação a este tema.

Gill et al.<sup>40</sup> (2008), em um trabalho de revisão da literatura publicada durante 27 anos, entre janeiro de 1980 e agosto de 2006, apontaram como fatores de risco para reabsorções condilares, após cirurgias ortognáticas :

- . o gênero feminino com retrognatia mandibular e ângulo do plano mandibular aumentado;
- . a presença de processos degenerativos condilares, previamente à cirurgia;
- . os deslocamentos posteriores dos côndilos; e
- . as rotações para frente e para cima (anti-horárias) da mandíbula.

Sugeriram, ainda, que estudos com projetos metodológicos melhores, e com melhores imagens, devem ser desenvolvidos para permitir um melhor entendimento sobre as reabsorções condilares pós-cirúrgicas.

Costa et al.<sup>30</sup> (2008) fizeram uma revisão da literatura, com trabalhos publicados a partir de 1990, sobre dispositivos usados para reposicionamento condilar em cirurgias ortognáticas. Afirmaram que todos eles aumentam o tempo operatório; exigem, o máximo possível, a manutenção da fixação intermaxilar no trans-cirúrgico; e necessitam da construção de um splint (goteira) preciso.

Afirmaram que, tendo em vista os estudos revisados, não se pode concluir que exista comprovação científica para o uso rotineiro de dispositivos para reposicionamento condilar, durante cirurgias ortognáticas.

Kim et al.<sup>57</sup> (2012) propuseram-se a avaliar as mudanças condilares ocorridas em 43 pacientes submetidos a cirurgias ortognáticas. Compararam as diferenças entre pacientes submetidos a cirurgias bimaxilares (impacção da maxila + retração mandibular) versus pacientes submetidos a cirurgias com retração mandibular isolada. A angulação condilar, a distância intercondilar e a quantidade de deslocamento foram examinadas através de reconstruções tridimensionais.

Averiguaram, como resultado, que :

- . não ocorreu a angulação condilar, nos pacientes submetidos a cirurgias isoladas da mandíbula; diferentemente, o grupo operado com cirurgias bimaxilares apresentou rotação anterior (em relação ao eixo sagital) de 1,93° (P=0,027), e rotação medial (em relação ao eixo axial) de 1,48°;
- . a distância intercondilar média foi de 0,28° (± 0,44mm) no grupo de cirurgia isolada, e 0,31° (± 0,1mm) no grupo submetido a cirurgia bimaxilar. Concluíram que as angulações condilares são mais estáveis no grupo submetido à cirurgia isolada da

mandíbula, muito embora, esses deslocamentos sejam clinicamente insignificantes nos 2 grupos.

Borstlap et al.<sup>15</sup> (2004); Kobayashi et al.<sup>59</sup> (2012); Hoppenreijts et al.<sup>49</sup> (2013), avaliaram a ocorrência de reabsorções condilares antes e após cirurgias ortognáticas. Todos apontaram o ângulo do plano mandibular aumentado, retrognatismo e rotação horária da mandíbula, como características pré-cirúrgicas predisponentes à reabsorção condilar no pós-operatório. Complementaram, ainda, que os fatores que causam a reabsorção condilar são multifatoriais, porém que o aumento de carga mecânica sobre as ATMs, no pós-cirúrgico imediato, pode iniciar o processo de reabsorção. Apontaram, como sendo um grupo propenso a ter reabsorções condilares pós-cirúrgicas, as pacientes jovens, do gênero feminino, cujo planejamento cirúrgico previu grandes avanços mandibulares com rotação anti-horária, e cujas condições pré-cirúrgicas também relatavam sinais e sintomas de desarranjos articulares.

Sugeriram o uso de radiografias panorâmicas, ressonâncias magnéticas e tomografias computadorizadas de feixe cônico para a correta avaliação da morfologia condilar pré-cirúrgica. E, no pós-operatório, indicaram um criterioso acompanhamento com imagens e modelos tridimensionais.

Gunson et al.<sup>44</sup> (2012) revisaram a literatura a respeito das reabsorções condilares e o uso da farmacoterapia para controle de artrites e reabsorções. Para isso revisaram artigos dando preferência para os de ensaios clínicos. Como resultado apresentaram que os eventos celulares associados às reabsorções articulares são semelhantes e incluem ativação de osteoblastos por citocinas, radicais livres, desajustes hormonais e/ou potentes catabólitos fosfolipídicos. Com relação a farmacologia para tratamento desse processo de perda óssea, indicaram o uso de anti-oxidantes, tetraciclina, omega 3, anti inflamatórios não esteroidais e inibidores de citocinas inflamatórias. Concluíram que muito embora ainda sejam necessários mais estudos, afirmaram que o entendimento sobre o caminho que leva às reabsorções condilares associado a correta farmacoterapia podem perturbar os eventos celulares e prevenir tais reabsorções.

Arnett, Gunson<sup>7</sup> (2013) abordaram sobre os fatores de risco que podem iniciar a reabsorção condilar. Afirmaram que o processo de reabsorção condilar envolve as ATMs e a oclusão, e que durante o crescimento este processo pode diminuir a projeção mandibular e causar má oclusão de Classe II. Afirmaram também, que após o crescimento, se o processo de reabsorção condilar continuar, má oclusão de Classe II com progressiva piora, com ou sem mordida aberta anterior, podem ocorrer. Concluíram dizendo que a reabsorção

condilar pode ser iniciada e mantida através de uma combinação de fatores de risco que vão desde problemas sistêmicos e hormonais até compressões provenientes de tratamentos ortodônticos e/ou cirúrgicos.

#### 2.1.4 Discos articulares das ATMs

Laney et al. <sup>60</sup> (1987) avaliaram ATMs normais e anormais e quantificaram o espaço inferior da articulação através de artrografias. Para isso, avaliaram 60 artrogramas de pacientes com ATMs normais e 64 de pacientes com alguma sintomatologia articular. Com a ajuda de um programa de morfometria, avaliaram a quantidade de espaço no compartimento inferior presente nas ATMs. Os resultados mostraram grande diferença entre os espaços anteriores e posteriores quando o paciente estava com a boca fechada.

Nebbe et al. <sup>71</sup> (1999), Nebbe et al. <sup>72</sup> (1999), estudaram a associação entre o padrão morfológico craniofacial e o deslocamento do disco articular em adolescentes. Para isso compuseram a amostra com pacientes do gênero masculino e do feminino.

No grupo do gênero feminino, foram avaliadas telerradiografias em norma lateral, e ressonâncias magnéticas das ATMs, de 119 adolescentes, com idades entre 10 e 17 anos. Cinco regiões foram estudadas para determinar a associação da morfologia craniofacial com desarranjos nas ATMs : Base do Crânio ; Maxila; Mandíbula; Posicionamento Mandibular em relação à base do Crânio; e Dentes. Como resultados, encontraram associação positiva para os desarranjos internos das ATMs; a inclinação aumentada do plano palatino em relação ao plano mandibular (GoMe); o aumento do ângulo goníaco (Ar-Go-Me); o aumento da altura facial total (N-Me); o aumento do ângulo do plano mandibular (Sn.GoMe).

No grupo do gênero masculino, foram avaliadas ressonâncias magnéticas de 70 indivíduos. Utilizando-se da mesma metodologia, e fazendo análises estatísticas de regressão múltipla, encontraram resultados positivos consistentes entre a alteração da morfologia mandibular e do posicionamento mandibular em relação à base do crânio, com os desarranjos internos das ATMs, assim como aconteceu no gênero feminino.

Mehra, Wolford <sup>65</sup> (2001) descreveram a técnica cirúrgica de reposicionamento dos discos articulares com mini-âncoras e apresentaram os resultados de 105 pacientes, tratados com (n=88) e sem cirurgia ortognática simultânea. Através de avaliação radiográfica, com acompanhamento médio de 46,2 meses, não encontraram reabsorção significativa nos côndilos, e nem mudanças posicionais nas âncoras.

Como resultados estatisticamente significantes apresentaram a redução das dores nas ATMs e dores faciais, redução das dores de cabeça, redução dos barulhos articulares, e melhoramento na função e na dieta. Concluíram que a técnica para reposicionamento dos discos articulares, com âncoras Mitek, é um método previsível para estabilizar os discos articulares sobre os côndilos, e tem grande taxa de sucesso no tratamento das disfunções têmporomandibulares e na diminuição de dores orofaciais.

Wolford <sup>101</sup> (2003), sugeriu a realização de cirurgias das ATMs concomitantes às cirurgias ortognáticas, para pacientes com desarranjos articulares. Explicitou que esse procedimento é considerado seguro e previsível, desde que o cirurgião tenha experiência com problemas relacionados às ATMs e experiência em cirurgias ortognáticas. Assegurou que o procedimento colabora para diminuição de quadros dolorosos e promove não só uma oclusão funcional, como também estética facial.

Yamada et al. <sup>102</sup> (2004) estudaram a morfologia da eminência articular das ATMs e as mudanças condilares. Para isso 21 indivíduos do gênero feminino, com sinais e sintomas de desordens articulares foram examinados através de tomografias. Como resultados encontraram que a inclinação da eminência nas secções central, medial e lateral de ambos os lados com formação de osteofitos, foram significativamente menor do que nos indivíduos sem alteração do osso. Além disso, a formação de osteofitos na secção medial foi significativamente menos acentuada do que naqueles com erosão. Nos indivíduos com deslocamento anterior do disco com redução, as secções central e lateral da eminência articular foram significativamente mais inclinadas do que em indivíduos com deslocamento anterior de disco sem redução. Concluíram dizendo que estes resultados sugerem que o achatamento da eminência pode ocorrer devido a erosão provocada pela formação de osteófitos e também devido ao deslocamento anterior do disco sem redução. Complementam dizendo que mudanças na carga sobre as ATMs podem gerar tais adaptações nos côndilos, discos e eminências articulares.

Incesu et al. <sup>51</sup> (2004) avaliaram a relação existente entre o posicionamento dos côndilos e a morfologia dos discos articulares. Para isso cento e vinte e duas ATMs de 61 pacientes com desordens articulares foram examinadas através de ressonâncias magnéticas. Como resultados acharam que o posicionamento posterior dos côndilos esteve relacionado com deslocamentos anteriores dos discos. Concluíram que o posicionamento posterior dos côndilos podem indicar deslocamento anterior dos discos articulares, porém, não encontraram nenhuma relação do posicionamento condilar com a morfologia dos discos.

Gonçalves et al.<sup>41</sup> (2008) avaliaram a estabilidade cirúrgica de cirurgias bimaxilares com avanço mandibular e rotação anti-horária da mandíbula, assim como com e sem reposicionamento simultâneo dos discos articulares. Para isso, telerradiografias digitalizadas de 72 pacientes foram avaliadas em 3 grupos diferentes : Grupo 1, pacientes com ATMs normais e submetidos à cirurgia ortognática bimaxilar, Grupo 2 pacientes com deslocamentos dos discos articulares submetidos ao reposicionamento dos mesmos com Mitek, e à cirurgia ortognática bimaxilar simultânea; e Grupo 3, pacientes com deslocamento dos discos articulares e submetidos apenas à cirurgia ortognática bimaxilar. Concluíram que o avanço mandibular, com rotação anti-horária em cirurgias bimaxilares, é um procedimento que produz resultados cirúrgicos estáveis em pacientes com ATMs normais, ou submetidos ao reposicionamento dos discos articulares. Concluíram, também, que pacientes com deslocamento dos discos articulares, e submetidos apenas à cirurgia ortognática bimaxilar, apresentaram recidivas significantes.

Ahmad et al.<sup>1</sup> (2009) desenvolveram e validaram o critério de diagnóstico para as desordens temporomandibulares (RDC/TMD). Para isso foi estimada a confiabilidade das avaliações das imagens radiográficas, inter-examinadores. Como resultados apresentaram que o RX panorâmico não teve confiabilidade entre os examinadores no diagnóstico de osteoartrite, apresentaram a ressonância magnética como sendo excelente para o diagnóstico de deslocamento dos discos articulares e a tomografia como sendo o exame de maior percentual de confiabilidade. Concluíram que as ressonâncias magnéticas são confiáveis para diagnóstico de efusão articular e deslocamento dos discos e as tomografias para o diagnóstico de osteoartrites.

Kimos et al.<sup>58</sup> (2009) avaliaram, em um estudo retrospectivo, as mudanças ocorridas no posicionamento dos discos articulares em adolescentes. Através da avaliação de ressonâncias magnéticas de 94 pacientes, foi quantificada a posição dos discos articulares. Não identificaram diferenças significantes entre os gêneros masculino e feminino, e concluíram que não foi possível identificar as causas de progressão de deslocamento dos discos articulares. Ressaltaram ainda que alguns indivíduos tem um aumento do deslocamento para anterior dos discos.

Sidebottom<sup>90</sup> (2009) sugeriu que o tratamento dos problemas relacionados às ATMs não deve ser feito somente com cirurgias. Disse que os cirurgiões devem estar capacitados para tratamentos mais conservadores com intuito de evitar cirurgias. Disse ainda, que, caso os tratamentos conservadores falhem, um planejamento cirúrgico poderá ser considerado, porém sempre com acompanhamentos pós-cirúrgicos periódicos.

Emshoff et al.<sup>34</sup> (2011) propuseram um estudo para observar se haveria relação entre deslocamentos dos discos articulares sem redução e osteoartroses, com o posicionamento mandibular retruso com rotação horária. Para isso avaliaram ressonâncias magnéticas de 50 pacientes buscando identificar as artralguas e deslocamentos dos discos. Medidas cefalométricas lineares e angulares foram usadas para mensurar a retrusão mandibular e a rotação horária. Como resultado encontraram que em ATMs, onde havia o deslocamento dos discos articulares sem redução e osteoartrose, o risco de retrusão mandibular com rotação horária da mandíbula foi significativamente maior. Concluíram que esses desarranjos pareceram ser determinantes para o posicionamento retruso da mandíbula com rotação horária.

Milano et al.<sup>66</sup> (2000); Katzberg, Tallents<sup>54</sup> (2005); Cai et al.<sup>17</sup> (2011), utilizaram-se de exames de ressonâncias magnéticas para avaliar a integridade da articulação mandibular, assim como as mudanças morfológicas e posicionais dos discos articulares. Como resultados encontraram uma alta prevalência de alterações morfológicas, como aplainamentos condilares e diminuição em altura, relacionadas com os deslocamentos dos discos articulares. Ressaltaram, ainda, que muito embora os deslocamentos não estivessem relacionados com dores, eles poderiam dar início a processos de osteoartroses. A conclusão foi a de que os exames de ressonâncias magnéticas permitem a caracterização da morfologia das ATMs in vivo .

Flores-Mir et al.<sup>35</sup> (2006); Yang et al.<sup>103</sup> (2012) avaliaram as características esqueléticas e relações sagitais com as condições dos discos articulares. Como resultados encontraram forte relação entre deslocamentos dos discos articulares e a altura diminuída dos ramos mandibulares, com conseqüente rotação horária da mandíbula. Concluíram que :

. os desarranjos nas ATMs apresentam-se de forma distinta com relação ao relacionamento sagital das bases maxila e mandíbula,

. existe, porém, uma associação entre um menor crescimento anterior da maxila , um menor crescimento anterior do corpo mandibular, e uma menor altura do ramo mandibular, com anormalidades nos discos articulares.

Uchiyama et al.<sup>94</sup> (2013) avaliaram as ATMs de pacientes com artrite reumatóide. Para isso, ressonâncias magnéticas de 26 pacientes com sintomatologia foram avaliadas. Como resultados apresentaram mudanças ósseas nos côndilos em 82,7% dos casos, porém a frequência de tais mudanças não foi correlacionada com a duração da artrite reumatóide. Posicionamento superior dos discos articulares foram observados em 51,9% dos casos. Concluíram que o tipo e o número de mudanças ósseas e a mobilidade dos côndilos

mostraram relação significativa com a duração da artrite reumatóide em outras articulações do corpo.

## **2.2 Avaliação tridimensional em cirurgias ortognáticas com tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC)**

### **2.2.1 Tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC)**

Mozzo et al.<sup>70</sup> (1998) apresentaram o tomógrafo computadorizado de cone beam para finalidades odontológicas. Destacaram como características do equipamento a baixa dose de radiação (1/6 do tomógrafo médico), o baixo custo, e a qualidade das imagens com boa capacidade diagnóstica.

Okumura et al.<sup>75</sup> (1999); Hajeer et al.<sup>45</sup> (2002) comentaram que as técnicas tradicionais de avaliação esquelética e oclusal, como as telerradiografias em norma lateral e os modelos de gesso, muito embora sejam eficientes, não permitem uma avaliação concomitante do relacionamento das bases ósseas com os dentes. Apresentaram casos clínicos, com técnicas de avaliação tridimensional, onde os modelos tridimensionais foram construídos com base em pontos específicos, demarcados em modelos escaneados ou em fotografias 3D. Concluíram que as imagens tridimensionais podem ser muito úteis para planejamentos cirúrgicos, avaliações do desenvolvimento do complexo craniofacial, avaliações de tecidos moles e tipos faciais.

Ono et al.<sup>77</sup> (1992); Mah, Hatcher<sup>63</sup> (2004) explicitaram que as imagens de tomografias computadorizadas e de tomografias computadorizadas de feixe cônico são exames que proporcionam maior nitidez e ausência de distorções de magnitude das estruturas ósseas. Afirmaram que essas imagens são capazes de revelar a complexidade de deformidades, assimetrias e distorções craniofaciais em 3D. Também indicaram o uso desse exame para diagnóstico, plano de tratamento e avaliação dos resultados em cirurgia.

Miller et al.<sup>67</sup> (2004) citaram a preocupação dos ortodontistas em entender e modificar o crescimento craniofacial. Afirmaram que a tomografia computadorizada de feixe cônico, embora ainda não seja um exame de rotina, complementa os exames radiográficos e fotográficos convencionais. Observaram que, no futuro, trabalhos sobre a formação das maloclusões, calculando as forças geradas para o posicionamento dos dentes, bem como as consequências das terapias sobre o crescimento, assim como sobre eventuais sobrecargas nas articulações têmporomandibulares e côndilos, poderão ser avaliadas tridimensionalmente.

Chirani et al.<sup>28</sup> (2004) apresentaram uma metodologia para reconstruir tridimensionalmente as articulações têmporomandibulares (ATM), a partir das imagens de ressonância magnética, de um único indivíduo. A ATM deste voluntário, do gênero masculino, de 33 anos, era normal. A descrição através de representações tridimensionais dos principais elementos anatômicos, como os côndilos, discos articulares, osso temporal e canal auditivo externo, foi realizada tanto com a boca aberta, como fechada. Concluíram que a representação tridimensional, a partir de ressonâncias magnéticas, mostrou-se melhor do que as imagens em 2D e ofereceu melhores possibilidades de para análises funcionais das ATMs.

Chapuis et al.<sup>27</sup> (2007) apresentaram um sistema assistido por computador, que combina planejamento cirúrgico tridimensional (simulação de osteotomias e reposicionamento dos segmentos) com planejamento oclusal convencional (modelos de gesso e cefalometrias), permitindo simular a correção cirúrgica sobre um modelo 3D gerado a partir de TCFC. Através de um registro feito nos modelos, e da utilização de um software que simula as osteotomias, foram introduzidas as configurações (setups), e na sequência destes procedimentos foram construídos os guias cirúrgicos. Durante a cirurgia, esse sistema dispõe de um dispositivo que direciona em tempo real o posicionamento do guia cirúrgico. Concluíram que, muito embora esse sistema tenha sido usado em apenas um (1) paciente, houve uma clara melhora na avaliação da patologia, uma melhor precisão do planejamento cirúrgico, e um melhor controle de deslocamento dos segmentos durante a cirurgia.

Halazonetis<sup>46</sup> (2005), Grauer et al.<sup>43</sup> (2009) afirmaram que, com o aumento do uso das TCFC, deverão acontecer mudanças nos métodos de diagnóstico e de planejamento de tratamento, bem como um maior treinamento na manipulação das imagens por parte dos cirurgiões.

A partir de um trabalho com arquivos DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine), apresentaram alguns pontos importantes a serem considerados na utilização das TCFC, tais como:

- . Visualização das TCFC : a unidade que forma a imagem tridimensional é chamada voxel, e contém um valor dentro da escala de cinza que representa quanto de radiação foi absorvida naquela área. Afirmaram que o operador deve saber ajustar o filtro de limiar, para deixar visível os voxels de interesse;

- . Mensurações em imagens de TCFC: afirmaram que os pontos cefalométricos convencionais não são visualizados, ou são muito difíceis de serem demarcados sobre as

superfícies curvas tridimensionais. No entanto, assinalaram que as mensurações sobre TCFC são precisas quando feitas sobre várias fatias ou sobre segmentações de superfície;

- . Criação de radiografias a partir de arquivos DICOM: afirmaram que mensurações feitas a partir de telerradiografias provenientes de TCFC provaram ser similares às convencionais;

- . Segmentações: definiram como sendo uma construção em 3D que corresponde às superfícies anatômicas;

- . Registro e Superposição de imagens 3D: definiram como sendo um processo através do qual duas (2) imagens tridimensionais, cada qual com suas próprias coordenadas referentes ao espaço virtual, e obtidas em tempos diferentes, são registradas (superpostas) com a mesma coordenada. Concluíram que os clínicos devem ser cuidadosos em dois (2) aspectos principais:

- . as informações visualizadas de maneira mais amplas nas TCFC ainda não possuem uma classificação clara para fins de diagnósticos. Ressaltaram que mais pesquisas são necessárias, para que as interpretações sejam mais confiáveis;

- . algumas ferramentas presentes nos softwares ainda não foram validadas do ponto de vista científico.

De Oliveira et al.<sup>76</sup> (2009) avaliaram a confiabilidade da identificação de pontos cefalométricos em TCFC. Para a referida avaliação, foram separadas aleatoriamente 12 TCFC pré-cirúrgicas, de um universo de 159 pacientes submetidos à cirurgias ortognáticas. Três examinadores independentes identificaram, em 3 tempos diferentes, 30 pontos nos cortes sagital, axial e coronal.

Modelos estatísticos de variância avaliaram a correlação intra-classe (ICC) e as tendências sistemáticas. Como resultado, apresentaram :

- . índice ICC > 0,9 para 86% das avaliações intra-examinadores, e 66% para avaliações inter-examinadores. Apenas 1% entre os intra-examinadores e 3% entre inter-examinadores tiveram coeficientes < 0,45;

- . a diferença sistemática entre os examinadores foi maior nos pontos marcados nos eixos X e Z do que nos do eixo Y, porém, ainda assim, com diferença bastante pequena nas médias máximas;

Concluíram que a confiabilidade intra e inter-examinadores foi excelente, e que os pontos cefalométricos marcados em TCFC ofereceram informações consistentes e reprodutíveis. Porém ressaltaram que, pontos cefalométricos marcados em imagens renderizadas (modelos 3D), podem levar a erros.

Kapila et al.<sup>53</sup> (2011), em uma revisão sobre o(s) uso das TCFC em ortodontia, dividiram os estudos realizados em 5 grandes áreas:

- . Avaliação tecnológica das TCFC;
- . Uso de tais tecnologias para análises morfométricas;
- . Achados acidentais e perdidos;
- . Análises dos resultados dos tratamentos;

.Eficácia do uso de TCFC no diagnóstico e plano de tratamento. Concluíram que as informações obtidas a partir das TCFC, em muitos estudos, demonstraram não haver necessidade de alteração nos diagnósticos e nos planos de tratamento efetuados anteriormente. Acrescentaram, ainda, que a indicação para uso das TCFC deve ser feita para casos onde não for possível obter informações adequadas a partir das radiografias convencionais, como, por exemplo, nos casos de fissura lábio palatal; de avaliação de dentes inclusos e seus respectivos posicionamentos; de identificação de dentes supranumerários; de identificação de reabsorção radicular causada por dentes não erupcionados; e de planejamento de cirurgia ortognática.

Cevidanes et al.<sup>26</sup> (2011) propuseram o uso de TCFC para avaliação dos resultados de tratamentos ortodôntico e ortodôntico-cirúrgico, através do registro e superposição de modelos digitais e fotografias 3D. O registro apresentado é feito a partir de superposições de TCFC, tendo a base do crânio como referência. O método de registro é realizado automaticamente, e compara a escala de cinza dos voxels para que se possa coordenar as imagens nos 3 planos do espaço. Os autores afirmam que essa metodologia permite melhor entendimento sobre mudanças de tamanho e forma (remodelações), que normalmente ocorrem em várias áreas do esqueleto e dos tecidos moles faciais. Completam, ainda, que essas informações mais completas são capazes de contribuir para futuras mudanças nos protocolos de tratamento.

Para validação do método, utilizaram a forma de registro acima referenciada para avaliação e quantificação de 3 casos com assimetrias faciais. Concluíram que o mesmo permite uma precisa quantificação da assimetria, e que tem potencial para ser usado em situações onde a demarcação de pontos cefalométricos seja incerta ou impossível, como, por exemplo, em casos de traumas.

Barghan et al.<sup>11</sup> (2012) afirmaram que dentre os objetivos de uma avaliação radiográfica, encontram-se: avaliação da arquitetura óssea cortical e trabecular; avaliação da integridade óssea; avaliação de eventuais mudanças morfológicas patológicas ou adaptativas; e avaliação da resposta a um determinado tratamento. No entanto, afirmaram,

também, que sobreposições de estruturas limitam essas avaliações nas imagens bidimensionais. Em contrapartida, sugeriram o uso de tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC), pois essas permitem exame anatômico acurado, sem sobreposições e distorções nas 3 dimensões. Concluíram que a TCFC deve ser o exame escolhido para avaliações dos componentes ósseos das ATMs, pois permite ampla análise durante o diagnóstico, inclusive em casos de osteoartrite, artrite inflamatória, traumas e outros tipos de desordens articulares.

Halazonetis<sup>46</sup> (2005), Chirani et al.<sup>28</sup> (2004); Barghan et al.<sup>11</sup> (2012), disseram que o diagnóstico possui um valor maior quando feito através de imagens tridimensionais. No entanto, afirmaram que as imagens tridimensionais são um novo desafio, visto que precisam ser avaliadas de uma forma diferente daquela através da qual se avalia uma imagem bidimensional. Ressaltaram a necessidade do treinamento do cirurgião com softwares, e também a do entendimento de como são formadas as imagens tridimensionais, para que se possa extrair delas o máximo de informação possível.

### **2.2.2 Superposições tridimensionais**

Yushkevich et al.<sup>105</sup> (2006) apresentaram o software aberto chamado ITK-SNAP, desenvolvido com a finalidade de facilitar o processo de segmentação e diminuir a ponte entre as necessidades clínicas e a complexidade metodológica científica. Este trabalho também validou o uso desse software apresentando resultados de estudos neurológicos em crianças com autismo.

Como resultado obtiveram resultados estatísticos que comprovaram sua confiabilidade e eficiência, intra e inter-examinadores, para segmentações manuais, ou semi-automáticas, de núcleos caudais e ventrículos laterais cerebrais. Concluíram que o ITK-SNAP é confiável e preciso para pesquisas científicas onde se necessita extrair imagens 3D, de diferentes tipos e de diferentes regiões anatômicas. Permite segmentação manual e semi-automática, e foi desenhado para que o processo de segmentação seja o mais simplificado possível em estudos clínicos de neuroimagem e outros.

Cevidanes et al.<sup>20,21</sup> (2005, 2006), em trabalhos realizados com TCFC, ressaltaram a capacidade deste tipo de exame de fornecer informações sobre a morfologia esquelética e dentária. Somado a isto, avaliaram a anatomia e a posição mandibular, de pacientes submetidos a cirurgias ortognáticas, através de um método de registro tridimensional feito a partir de TCFC. Separaram TCFC de 10 pacientes e construíram os modelos tridimensionais utilizando um método semi-automático de segmentação. A base craniana

pré-cirúrgica foi tida como referência para sobreposição. Após o registro, por equivalência de voxels, apresentaram um novo método de visualização de semi-transparências e um mapa colorido 3D.

Os resultados mostraram, através de mapas coloridos, deslocamentos do ramo mandibular com magnitude de 0,77mm entre as superfícies; 0,78mm na borda posterior do ramo; e 0,70mm nos côndilos. Segundo os autores, estes resultados sugerem que o método de superposição permite uma avaliação confiável e reproduzível das estruturas craniofaciais de pacientes submetidos a cirurgias ortognáticas. Acrescentaram que a de registro e sobreposição pode ser usada para avaliação de diferentes padrões de remodelação nos ramos mandibulares e côndilos.

Cevidanes et al.<sup>23</sup> (2009) fizeram um estudo para determinar a confiabilidade das mensurações cefalométricas 2D feitas sobre imagens de TCFC. Para isso usaram 12 TCFC (6 Classe II e 6 Classe III), escolhidas aleatoriamente a partir de um universo de 159 pacientes. Para avaliá-las, um ortodontista, um radiologista e um estudante do 3º ano de graduação em Odontologia foram orientados sobre a forma de posicionar as imagens tridimensionais, tanto com relação ao chamado posicionamento natural da cabeça, quanto em relação aos planos de referência intracranianos. Cada observador criou 4 cefalogramas por paciente, em intervalos de pelo menos 3 dias. Análises de variância foram usadas para determinar o ICC (Coeficiente de Correlação Intraclasse) e para evidenciar as diferenças ocorridas, entre os examinadores, em cada medida.

Como resultados apresentaram ICC com boa confiabilidade, entre os observadores, para orientação do posicionamento da cabeça. O posicionamento, seguindo os planos de referência intracranianos, teve melhor resultado que o posicionamento natural da cabeça. Concluíram que a maneira mais confiável de posicionamento da cabeça, para cefalogramas obtidos a partir de TCFC, é seguindo os planos de referência intracranianos.

Carvalho et al.<sup>19</sup> (2010); Motta et al.<sup>68, 69</sup> (2010, 2011), fizeram estudos prospectivos, utilizando-se das superposições tridimensionais de TCFC, para avaliar cirurgias de avanços mandibulares. Como metodologia utilizaram TCFC segmentadas pelo método semiautomático, e superpostas pela base do crânio. As tomografias foram avaliadas em 3 tempos: T1 (pré-cirúrgico); T2 (quando da remoção do splint); e T3 (após 1 ano de acompanhamento). Encontraram, como resultados, movimentos para baixo e para frente na região do mento em T2-T1, assim como movimento para lateral na região dos ramos, e deslocamentos condilares para cima e para trás mínimos (<2mm). No longo prazo (T3-T2) constataram movimentos do mento para trás e para cima, ou para trás e para baixo, em

igual proporção; os ramos mantiveram-se estáveis e os côndilos movimentaram-se menos que 2mm. Concluíram que ocorrem adaptações individuais no decorrer do tempo pós cirúrgico de médio e longo prazo, principalmente na região do mento. Acrescentaram, também, que a cirurgia de avanço gera torque nos ramos e mínimos deslocamentos condilares.

Park et al.<sup>79</sup> (2012) estudaram os efeitos das cirurgias bimaxilares com retração mandibular sobre a remodelação adaptativa da cabeça dos côndilos. Para isso fizeram análises métricas, sobrepondo TCFC de 22 pacientes classe III esquelética (11 de cada gênero), nos eixos axial e sagital. Concluíram que as cirurgias bimaxilares causaram uma diminuição da altura condilar e remodelação nas cabeças dos côndilos.

Um ponto de referência individual foi utilizado para o registro do modelos condilares, e artrose da articulação têmporomandibular versus as diferenças com relação ao grupo controle foram calculados através da Correspondência de Forma. O registro foi feito com base na escala de cinza dos voxels e dentro dos 6 graus de liberdade de translação e rotação em torno dos eixos x,y e z. O coeficiente de correlação intraclasse testou a confiabilidade entre os 2 examinadores. Como resultados apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre o grupo controle e o grupo com osteoartrite, principalmente nas regiões dos polos lateral e medial. A diferença inter-observadores foi menor que 0,2mm. A média de diferença inter-observador para translação foi menor que 0,6mm e para rotações 1,2°, demonstrando a grande confiabilidade do método (ICC > 0,75).

Concluíram que este método de sobreposição regional é confiável e pode ser usado para quantificar diferenças ósseas sutis na morfologia condilar, nos três planos do espaço.

### **2.2.3 Mensurações tridimensionais**

Oguz et al.<sup>74</sup> (2006) apresentaram a ferramenta KWMeshVisu, que facilita a visualização e a mensuração qualitativa da malha tridimensional formada por triângulos. Afirmaram que esta ferramenta tem sido usada com grande eficiência para análises de correspondência de forma e mensuração de vetores.

Styner et al.<sup>93</sup> (2006) apresentaram a análise por correspondência de forma como sendo bastante precisa na localização e avaliação de estruturas, saudáveis ou patológicas, no cérebro humano. Descreveram o funcionamento da ferramenta SPHARM-PDM (Spherical Harmonic - Point Distribution Models), e as análises estatísticas inseridas no processamento computacional, para determinar os mapas de vetores.

Muitos estudos, no campo da avaliação tridimensional, utilizaram a ferramenta SPHARM-PDM para mensurar os deslocamentos entre superfícies segmentadas a partir de TCFC. Dentre eles : Cevidanes et al.<sup>24</sup> (2010); Paniagua et al.<sup>78</sup> (2011); Alhadidi et al.<sup>3</sup> (2012); Nguyen et al.<sup>73</sup> (2013) e Porciuncula et al.<sup>81</sup> (2014).

Cevidanes et al.<sup>24</sup> (2010) desenvolveram um estudo com o objetivo de correlacionar a variação morfológica condilar com a intensidade e duração da dor, em casos de osteoartrite nas ATMs. Para isso dividiram a amostra em 2 grupos:

. grupo 1 : com modelos de superfície dos côndilos obtidos de 29 pacientes do gênero feminino com osteoartrite nas ATMs ;

. grupo 2 : com modelos de superfície dos côndilos obtidos de 36 pacientes do gênero feminino assintomáticas.

A análise de Correspondência de Forma foi feita para avaliar a morfologia condilar. Concluíram que houve profundas diferenças entre a morfologia condilar de pacientes normais com as de osteoartrite, e que houve correlação entre a extensão das reabsorções com a severidade da dor e sua duração.

Paniagua et al.<sup>78</sup> (2011) fizeram a análise de correspondência de forma para avaliação de cirurgias ortognáticas. Submeteram arquivos tomográficos ao software CMFapp, para simular o planejamento e a cirurgia propriamente dita. Em seguida, para mensurar as diferenças pré e pós-cirúrgicas, utilizaram-se da ferramenta SPHARM-PDM.

Os resultados mostraram que a correspondência de forma, feita pela ferramenta SPHARM-PDM, foi precisa ao representar os deslocamentos cirúrgicos. Os mapas de cores descreveram com precisão a localização das mudanças simuladas, assim como os vetores e suas magnitudes. Concluíram que é possível fazer com precisão a quantificação de movimentações cirúrgicas quando se utiliza a ferramenta SPHARM-PDM. Ressaltaram que este método tem a capacidade de tornar os planejamentos cirúrgicos mais flexíveis, permitindo maior precisão e controle. Além disso, permitem uma melhor avaliação das documentações no período de pós tratamento.

Alhadidi et al.<sup>3</sup> (2012) utilizaram a ferramenta SPHARM-PDM para quantificar assimetrias mandibulares. Para isso utilizaram segmentações de TCFC superpostas pela base do crânio. Concluíram que o diagnóstico de assimetria mandibular, usando a ferramenta SHPARM-PDM, bem como sua quantificação, tem boas perspectivas no futuro, muito embora não tenha mostrado resultados estatisticamente significantes quando comparado com o método de espelhamento de imagens.

Porciuncula et al.<sup>81</sup> (no prelo) deescreveram a importância da superposição das TCFC com o Método de Correspondência de Forma (SPHARM-PDM), no entendimento das recidivas pós-cirúrgicas. Para isso deescreveram a evolução de um caso clínico, de um indivíduo de 19 anos com sinais de desarranjos internos das ATMs submetido a cirurgia ortognática de avanço maxilo-mandibular. Concluíram que o método permite melhor entendimento sobre as recidivas e conseqüentemente possibilita aos profissionais (ortodontistas e cirurgiões) uma melhor condução da terapia para que se tenha os melhores resultados possíveis no longo prazo.

#### **2.2.4 Avaliações tridimensionais da mandíbula**

Cevidanes et al.<sup>22</sup> (2007) compararam as alterações tridimensionais ocorridas nos ramos e côndilos de pacientes Classe III, submetidos à cirurgias bimaxilares com retração mandibular, em relação a pacientes submetidos à cirurgias de avanço maxilar isolado. Para realizar esse estudo, utilizaram-se de TCFC de 21 pacientes, sendo 10 pertencentes ao grupo de cirurgia maxilar isolada, e 11 pertencentes ao grupo de cirurgias bimaxilares com retração mandibular. As tomografias foram registradas pela base do crânio e, em seguida, os modelos tridimensionais superpostos.

Os resultados, nos dois (2) tipos de cirurgia, exibiram uma pequena movimentação dos côndilos, porém sem significância estatística. Com relação aos ramos, expuseram que houve rotação para trás, porém com uma magnitude menor nos indivíduos submetidos a cirurgias isoladas da maxila. Concluíram que a visualização tridimensional, por esse método de registro e superposição, identificou com clareza a magnitude e a direção do deslocamento mandibular. Ressaltaram, ainda, que foi possível quantificar os deslocamentos ocorridos no sentido transversal, vertical e anteroposterior, principalmente nos indivíduos submetidos à cirurgias bimaxilares.

Kawamata et al.<sup>55</sup> (1998); Lee, Park<sup>61</sup> (2002); Draenert et al.<sup>33</sup> (2010), utilizando-se de TCFC, fizeram estudos clínicos, com avaliações tridimensionais dos côndilos, após osteotomias bilaterais sagitais. Todos observaram deslocamentos condilares, porém com magnitude mínima e sem correlação com o tamanho/quantidade da cirurgia ortognática. As rotações condilares foram notadas nos eixos axial e sagital. Concluíram que avaliações tridimensionais, feitas a partir das imagens de TCFC, são confiáveis e precisas para avaliações tridimensionais pós-cirúrgicas.

Saccucci et al.<sup>88</sup> (2012) propuseram-se a determinar o volume condilar em indivíduos com diferentes padrões de divergências mandibulares. Utilizaram-se de TCFC de

94 pacientes (46 mulheres e 48 homens, com idade média de 24,3 anos) para renderizar os modelos tridimensionais das ATMs. Em seguida classificaram os indivíduos em 3 grupos, Classes I, II e III, e compararam as informações obtidas. Como resultado não observaram diferenças nos volumes condilares entre os lados direito e esquerdo. Porém, o volume condilar mostrou-se significativamente maior nos indivíduos que apresentavam ângulo menor do plano mandibular, em comparação com os indivíduos considerados normais ou com ângulo aumentado do plano mandibular. Os indivíduos Classe III também apresentaram-se com maior volume condilar do que os Classe I e II. Concluíram que indivíduos com ângulo menor do plano mandibular possuem maior volume condilar e que o padrão de crescimento esquelético parece ter relação com o volume dos côndilos.

Maal et al.<sup>62</sup> (2012), utilizando-se das tecnologias para avaliação tridimensional com TCFC e estereofotogrametria, fizeram um estudo para avaliar as mudanças volumétricas dos tecidos duros e moles, após 1 ano de acompanhamento, de pacientes submetidos à cirurgias ortognáticas de avanço mandibular. Para isso foram feitas TCFC e fotografias 3D pré-cirúrgicas e pós-cirúrgicas (1 ano), de 18 pacientes com hipoplasia mandibular.

Para investigar os tecidos duros, as TCFC foram registradas pelo método de equivalência de voxels, e em seguida as mandíbulas pré e pós-cirúrgicas foram segmentadas e comparadas.

Para avaliação dos tecidos moles, as fotografias 3D foram inseridas ou analisadas através do método de registro baseado em superfícies e, em seguida, comparadas.

Como resultados apresentaram uma correlação entre o avanço mandibular e mudanças volumétricas nos tecidos duros e moles, muito embora essa correlação tenha sido fraca para os tecidos moles. Concluíram que técnicas de avaliação tridimensionais são capazes de documentar de maneira precisa e objetiva, mudanças volumétricas ocorridas após cirurgias de avanço mandibular.

Utilizando-se de avaliações tridimensionais semelhantes, de Paula et al.<sup>80</sup> (2013); Franco et al.<sup>36</sup> (2013) fizeram estudos longitudinais para avaliar o comportamento cirúrgico da mandíbula em casos de retração e avanço.

De Paula et al.<sup>80</sup> (2013) apresentou uma nova metodologia de avaliação tridimensional, comparando pacientes Classe III submetidos a dois (2) protocolos cirúrgicos diferentes. Para isso, TCFC de 50 pacientes, divididos em 2 grupos iguais, sendo um de cirurgias bimaxilares com retração mandibular, e o outro de cirurgias de avanços maxilares isolados. As TCFC foram tomadas em 3 tempos (pré-cirúrgico - T1; na remoção

do splint - T2; e com 1 ano de acompanhamento -T3) e registradas tendo a base do crânio como referência, através do método automático de equivalência de voxels. Para a mensuração foi realizada a correspondência de forma entre os modelos tridimensionais, comparando-se T1-T2 e T2-T3. Como resultados verificaram que as adaptações maxilares foram as mesmas para os dois grupos, com 52% dos pacientes tendo mudanças >2mm. Aproximadamente metade das mudanças pós-cirúrgicas na maxila, para os dois grupos, foi vertical. No grupo de cirurgias bimaxilares, as mudanças cirúrgicas e pós-cirúrgicas, na região posterior do ramo (Go), mento (Me), e na maioria das superfícies condilares, foram maiores. Concluíram, através dessa metodologia, que adaptações cirúrgicas ocorreram de maneira marcante, independente do tipo de cirurgia, nas várias regiões avaliadas. Ressaltaram, ainda, que 1 ano após a cirurgia, as relações oclusais mantiveram-se boas, muito embora tenha-se notado significativa variabilidade individual.

Franco et al.<sup>36</sup> (2013) avaliaram tridimensionalmente a estabilidade do avanço mandibular no longo prazo. Tomografias computadorizadas de feixe cônico de 27 pacientes, com relação de Classe II esquelética e com alturas faciais diminuídas ou normais. Para avaliar os deslocamentos e remodelações ósseas, foi utilizado o método automático de superposição, tendo a base do crânio como referência. Os autores usaram análises de covariância com relação a genioplastia, idade na época da cirurgia, e gênero (masculino e feminino), para ajustar as médias encontradas para cada região de interesse avaliada. Como resultados apresentaram que o mento rotacionou para baixo e para trás entre 1 e 3 anos, após a cirurgia de avanço mandibular, sendo 17% dos casos com magnitude de pelo menos 2mm. Os côndilos apresentaram deslocamento e/ou remodelações na superfície anterior (21% do lado esquerdo e 13% lado direito), na superfície superior (8%) e nos polos laterais (17% lado esquerdo e 4% lado direito). As regiões posteriores dos ramos exibiram deslocamentos simétricos laterais e rotacionais em 4 % dos casos. Concluíram que, muito embora o procedimento de avanço mandibular seja considerado um procedimento cirúrgico estável, aproximadamente 20% dos pacientes tiveram entre 2 e 4 mm de mudanças horizontais e verticais no mento, ou deslocamentos condilares e/ou remodelações adaptativas.

Schilling et al.<sup>89</sup> (2013) validaram um método de sobreposição regional para avaliação tridimensional da morfologia condilar e das articulações temporo-mandibulares. Para isso utilizaram-se de 36 TCFC separadas em 2 grupos: grupo controle (12 TCFC de indivíduos sem problemas nas ATMs) e grupo osteoartrite (12 TCFC de indivíduos com osteoartrites). Estes foram avaliados em 3 tempos : T1 (pré-cirúrgico), T2 (pós-cirúrgico

mediato) e T3 (pós-cirúrgico 1 ano). Os modelos tridimensionais construídos foram registrados regionalmente tendo os côndilos como referência. Os resultados mostraram grande confiabilidade nas mensurações inter e intra observadores. Concluíram que o registro regional dos côndilos é confiável para avaliações longitudinais e pode ser usado para quantificar diferenças ósseas sutis na morfologia condilar tridimensional.

PROPOSIÇÃO

### **3 Proposição**

#### **3.1 Objetivo Geral**

O presente estudo tem por objetivo avaliar tridimensionalmente, de forma qualitativa e quantitativa, os deslocamentos ocorridos em indivíduos com padrão de crescimento predominantemente vertical, submetidos a cirurgias ortognáticas de avanço maxilo-mandibular, com e sem reposicionamento simultâneo dos discos articulares.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

**a.** avaliar as respostas adaptativas da mandíbula, assim como sua estabilidade pós-cirúrgica, mensurando tridimensionalmente as seguintes áreas de interesse: 1) região do mento; 2) região do ponto B; 3) ramo mandibular (ínfero-posterior do ramo); 4) região anterior da maxila acima do ponto A.

**b.** avaliar os côndilos mandibulares e quantificar rotações, torques e reabsorções, mensurando tridimensionalmente as seguintes áreas de interesse: 1) pólo lateral; 2) pólo medial; 3) região superior dos côndilos; 4) região póstero-superior dos côndilos.

**c.** avaliar quantitativamente e qualitativamente se os pacientes, submetidos ao reposicionamento dos discos articulares, terão o mesmo prognóstico dos que não se submeteram a este procedimento.

# MATERIAL E MÉTODO

## **4 Material e Método**

### **4.1 Material**

#### **4.1.1 Seleção da Amostra**

A amostra foi composta a partir de arquivos tomográficos digitalizados, de 32 pacientes (23 mulheres e 9 homens), submetidos a cirurgia ortognática bimaxilar com avanço mandibular e osteotomia sagital bilateral com modificação de Wolford et al.<sup>97</sup> (1987). Desses, 30 pacientes foram operados na Baylor University Medical Center – Dallas, TX, USA, pelo Prof. Dr. Larry M. Wolford (LMW) e 2 operados no Brasil pelo Prof. Dr. João Roberto Gonçalves (JRG).

Os referidos pacientes, após esclarecidos sobre o interesse em suas documentações odontológicas, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para que as mesmas pudessem ser usadas na presente pesquisa.

O projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa) e CEP (Comissão de Ética em Pesquisa) da Faculdade de Odontologia de Araraquara (FOAr), da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" UNESP (Anexo 1).

Os arquivos tomográficos (TCFC) digitalizados foram divididos em 2 grupos:

1) Grupo 1, composto por TCFCs digitalizadas de 12 indivíduos (8 mulheres e 4 homens com idade média de 31,8 anos) com ATMs normais e submetidos apenas a cirurgia ortognática bimaxilar com avanço mandibular;

2) Grupo 2, composto por TCFCs digitalizadas de 20 indivíduos (15 mulheres e 5 homens com idade média de 29,8 anos) com sinais e sintomas de desarranjos nas ATMs e submetidos ao mesmo tipo de cirurgia ortognática, porém com reposicionamento simultâneo dos discos articulares.

Os critérios para inclusão dos indivíduos na amostra foram:

1) Pacientes com ATMs normais, sem deslocamento dos discos articulares, confirmados através do exame clínico pela ausência de sinais e sintomas de desarranjos articulares, e através de exames de ressonâncias magnéticas seguindo o

protocolo de Ahmad et al. <sup>1</sup> (2009), onde os discos articulares, para serem considerados como bem posicionados foram analisados em cortes sagitais e coronais. Nos cortes sagitais, a porção posterior do disco articular estava em posição entre 11:30 e 12:30 em relação ao côndilo, e a porção média em contato com a cabeça do côndilo. Nos cortes coronais, os discos articulares estavam centralizados sobre os côndilos, sem deslocamentos para medial ou para lateral.

- 2) Pacientes com sinais e sintomas clínicos de desarranjos articulares nas ATMs , comprovados através de exames de ressonância magnética segundo o protocolo de Ahmad et al. <sup>1</sup> (2009). No corte sagital os discos foram considerados deslocados quando apresentaram-se com a porção posterior em posição anterior a 11:30 e a porção média anteriorizada em relação ao côndilo. No corte coronal, os discos apresentavam-se deslocados medial ou lateralmente em relação aos côndilos.
- 3) Pacientes que possuíam a documentação tomográfica em 3 tempos: pré-cirúrgica (1 a 5 dias antes da cirurgia), pós-cirúrgica imediata (1 a 10 dias após a cirurgia), e pós-cirúrgica com, no mínimo, 11 meses de acompanhamento.
- 4) Pacientes que tinham padrão de crescimento vertical ou hiperdivergente com SN.GoMe > 36°

Os critérios de exclusão foram:

- 1) Pacientes que não atendiam os critérios de inclusão acima citados;
- 2) Pacientes com síndromes, fissuras lábio-palatais e histórias de trauma facial;
- 3) Pacientes que se submeteram a intervenções cirúrgicas prévias na região maxilofacial ou ATMs;

## 4.2 Método

### 4.2.1 Protocolo Radiológico:

Para obtenção das imagens tomográficas foi utilizado um tomógrafo I-Cat Platinum (*Imaging Sciences, Hartfield, PA* - Figura 1). Os escaneamentos foram realizados em oclusão habitual, com 17,8 segundos de exposição e voxel (*Volumetric Picture Element*) de 0,3 x 0,3 x 0,3mm. O campo de visualização (*Field of View - FOV*) foi de 17cm de altura por 23cm de diâmetro.

O protocolo radiológico foi repetido em 3 tempos:

- Tempo 1 (T1): pré-cirúrgico (1 a 5 dias antes da cirurgia),
- Tempo 2 (T2): pós-cirúrgico imediato (1 a 10 dias após a cirurgia)
- Tempo 3 (T3): pós-cirúrgico com, no mínimo, 11 meses de acompanhamento.

Figura 1 - Tomógrafo I-Cat Platinum (*Imaging Sciences, Hartfield, PA*)



#### 4.2.2 Compressão do Arquivos:

Como as próximas fases do método usado lançaram mão de vários softwares, gerando diferentes arquivos, é apresentada abaixo uma relação dos mesmos, uma vez que estes serão citados frequentemente daqui para frente (Quadro 1).

Quadro 1 - Relação de softwares e aparelhos usados, suas funções e extensão dos arquivos

Software/ Aparelho	Fabricante	Ferramenta	Função	Extensão do arquivo
<b>Tomógrafo I-Cat Platinum</b>	<i>Imaging Sciences, Hartfield, PA</i>	-	Gerar tomografias	.dcm ( <i>DICOM – Digital Imaging and Communication in Medicine</i> )
<b>ITK-SNAP 2.2.4</b>	<a href="http://www.itksnap.org/pmwiki/pmwiki.php">http://www.itksnap.org/pmwiki/pmwiki.php</a>	Aba "Salvar Como"	Acelera o processo computacional	.gipl ( <i>Guys Image Procesing Lab</i> )
<b>IMAGINE1.2.1</b>	<a href="http://www.ia.unc.edu/dev/download/ima-gine">http://www.ia.unc.edu/dev/download/ima-gine</a>	Pipeline - Downsample	Redimensionar o tamanho do voxel	.gipl ( <i>Guys Image Procesing Lab</i> )
<b>ITK-SNAP 2.2.4</b>	<a href="http://www.itksnap.org/pmwiki/pmwiki.php">http://www.itksnap.org/pmwiki/pmwiki.php</a>	Snake ROI Tool	Delimitar área para segmentação	.gipl ( <i>Guys Image Procesing Lab</i> )
<b>IMAGINE1.2.1</b>	<a href="http://www.ia.unc.edu/dev/download/ima-gine">http://www.ia.unc.edu/dev/download/ima-gine</a>	Pipeline - PostToPreReg	Registro das bases cranianas segmentadas	.gipl.gz ( <i>Guys Image Procesing Lab</i> )
<b>ITK-SNAP 2.2.4</b>	<a href="http://www.itksnap.org/pmwiki/pmwiki.php">http://www.itksnap.org/pmwiki/pmwiki.php</a>	PaintBrush Tool	Remoção de ruídos e cortes precisos	.gipl.gz ( <i>Guys Image Procesing Lab</i> )
<b>ITK-SNAP 2.2.4</b>	<a href="http://www.itksnap.org/pmwiki/pmwiki.php">http://www.itksnap.org/pmwiki/pmwiki.php</a>	Scalpel Tool	Remoção de ruídos e cortes amplos	.gipl.gz ( <i>Guys Image Procesing Lab</i> )
<b>3DSLICER 3.6.11.0</b>	<a href="http://www.slicer.org">http://www.slicer.org</a>	Shape Analysis Module (SPHARM-PDM)	Efetuar correspondência de forma	.vtk ( <i>Visualization Tool Kit</i> )
<b>Linux Centos 6</b>	The Community ENTERprise Operating System	VTK2Meta	Transformar arquivos .vtk para visualização e mensuração	.meta
<b>3DSLICER 3.6.11.0</b>	<a href="http://www.slicer.org">http://www.slicer.org</a>	Models	Visualizar mapas de semi-transparências	.meta
<b>KWMeshVisu 1.0</b>	<a href="http://www.itk.org">http://www.itk.org</a> <a href="http://www.vtk.org/">http://www.vtk.org/</a> <a href="http://www.kwwidgets.org/">http://www.kwwidgets.org/</a>	Load Mesh	Demarcar e mensurar regiões Interesse	.meta
<b>Dolphin Imaging 11.5</b>	Patterson Technology	Digitize 3D	Fazer Análise Cefalométrica	.dcm

Os arquivos gerados pelo tomógrafo possuem extensão *.dcm* (DICOM - *Digital Imaging and Communication in Medicine*). Estes foram convertidos para extensão *.gipl* (*Guys Image Processing Lab*) através do uso do software ITK-SNAP 2.2.4 (<http://www.itksnap.org/pmwiki/pmwiki.php>) com a finalidade de compactar o arquivo DICOM.

Em seguida os arquivos com extensão *.gipl* foram reformatados no software IMAGINE 1.2.1 (<http://www.ia.unc.edu/dev/download/imagine>), através do uso da ferramenta chamada Pipeline Downsample, para transformar o tamanho do voxel de 0,3 x 0,3 x 0,3mm em 0,5 x 0,5 x 0,5mm.

Estes procedimentos de conversão e compressão dos arquivos DICOM se fazem necessários para que os procedimentos computacionais sejam acelerados, sem perda significativa na qualidade das imagens (Figura 2).

#### 4.2.3 Segmentação das Bases Cranianas:

A segmentação consiste no processo realizado para extrair da imagem tomográfica as regiões de interesse (*Regions Of Interest - ROI*) que serão avaliadas. Para isso, os arquivos já comprimidos (*.gipl*), são abertos novamente no software ITK-SNAP 2.2.4.

Uma vez aberto o arquivo da tomografia (*.gipl*), delimita-se, no crânio, a área que será segmentada utilizando-se a ferramenta *Snake ROI Tool*. Em seguida, esta área é preenchida manualmente por bolhas coloridas, que posteriormente serão automaticamente condensadas pelo software de maneira a preencher a área delimitada (Figura 3).

Este procedimento, utilizando o software ITK-SNAP 2.2.4 (<http://www.itksnap.org/pmwiki/pmwiki.php>), foi realizado inicialmente somente para segmentação da base do crânio dos 3 tempos cirúrgicos (T1, T2 e T3), para que se pudesse prosseguir com o processo de sobreposição e registro 3D.

Figura 2 - A. e B. Imagem da tomografia em escala de cinza após transformação dos voxels para 0,5 x 0,5 x 0,5mm C. Imagem em zoom evidenciando a unidade volumétrica ("voxel") que compõe a imagem tomográfica. Cada voxel possui uma intensidade de cor que varia na escala de cinza indo do preto ao branco.

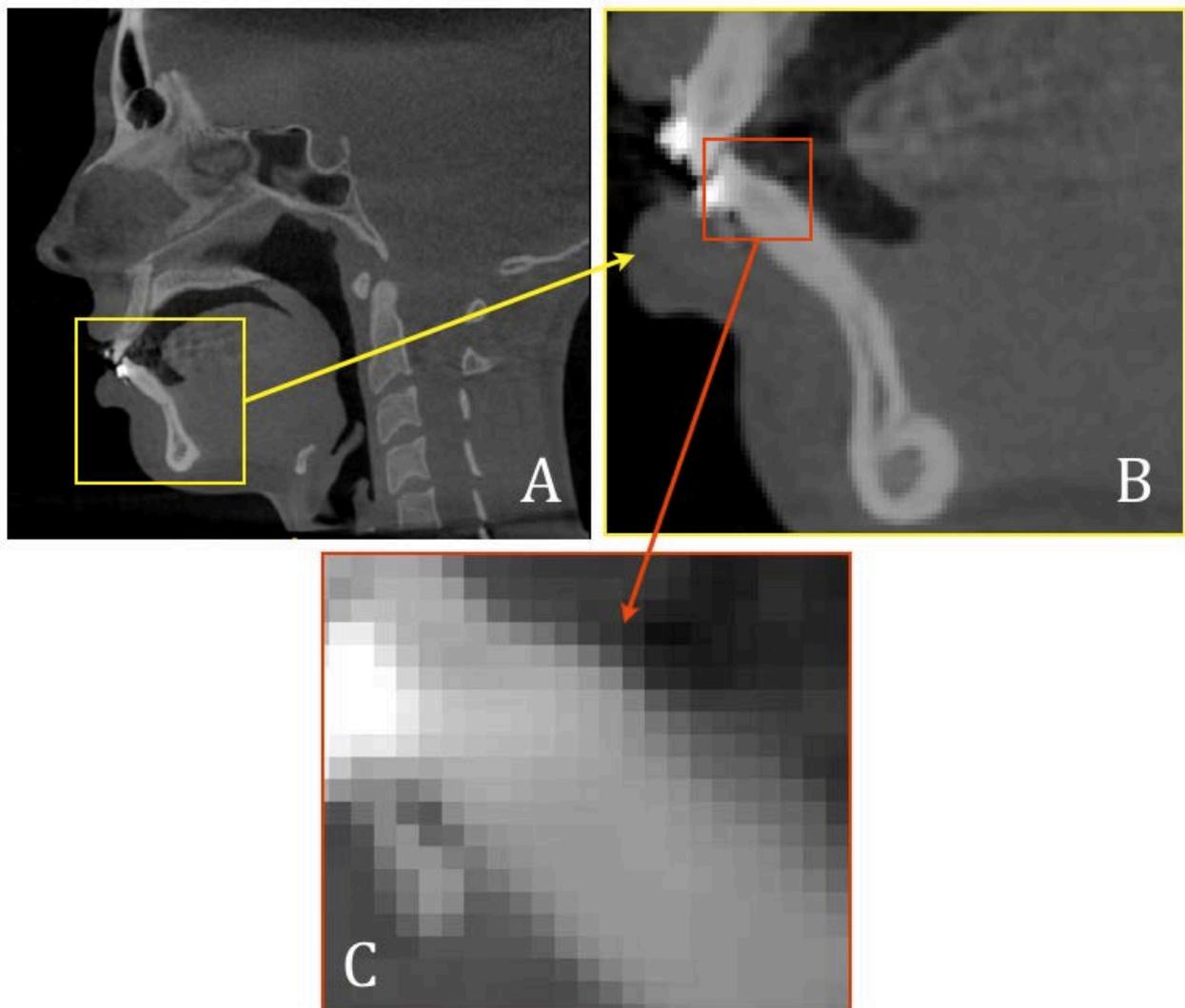
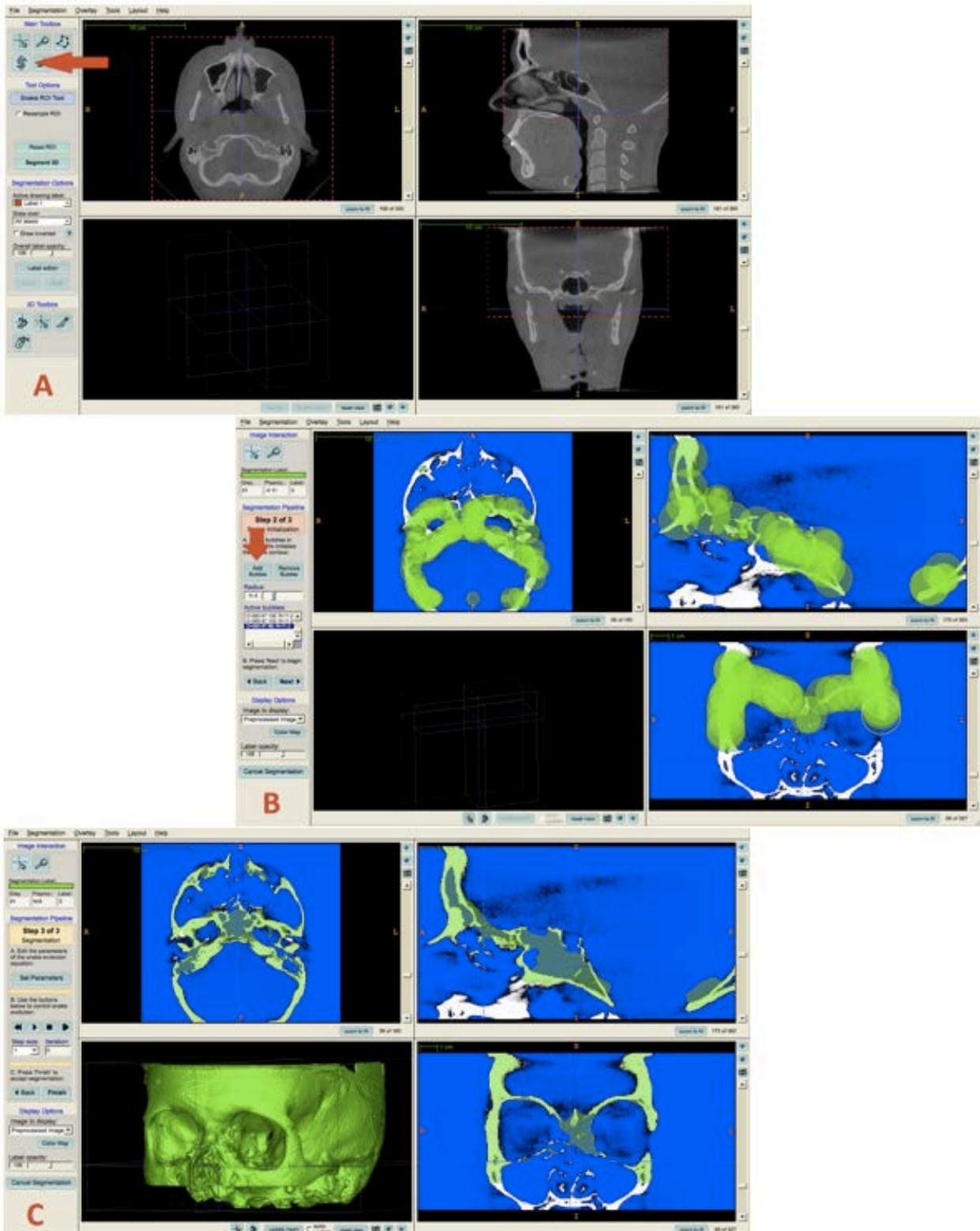


Figura 3 - A. Demarcação da área de interesse (área pontilhada em vermelho) com a ferramenta *Snake ROI Tool* (seta) no software ITK-SNAP 2.2.4 B. Preenchimento manual da área de interesse com bolhas (seta) C. Segmentação da base do crânio finalizada após a condensação automática das bolhas.

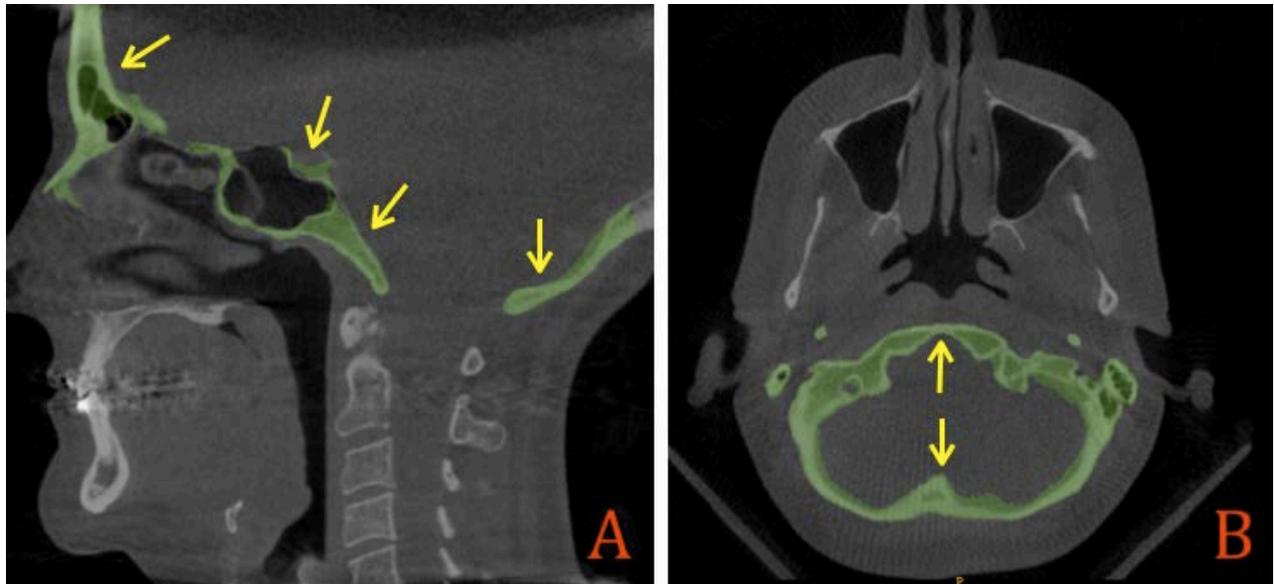


#### 4.2.4 Sobreposição e Registro 3D:

O processo de registro validado por Cevidanes et al. <sup>20</sup> (2005) utiliza-se de estruturas anatômicas não alteradas pelo tratamento para orientar a sobreposição.

Através de um processamento computacional automático, realizado no software IMAGINE 1.2.1 (<http://www.ia.unc.edu/dev/download/imagine>), as diferentes tomografias de um mesmo indivíduo são analisadas longitudinalmente. A sobreposição nos três planos do espaço é conseguida através da comparação da intensidade da escala de cinza, de cada voxel, entre os diferentes tempos (T1, T2 e T3). Dessa forma as bases cranianas segmentadas são reorientadas de maneira a sobrepô-las perfeitamente (Figura 4).

Figura 4 - Sobreposição e Registro 3D - Segmentação da base craniana de T2 (pós-cirúrgica imediata) sobre a tomografia de T1 (pré-cirúrgica) - arquivo gerado após o registro no software IMAGINE 1.2.1. As setas indicam a perfeita sobreposição das bases cranianas entre os tempos distintos. A. vista no corte sagital e B. vista no corte axial .



#### 4.2.5 Segmentação das Áreas de Interesse:

Uma vez registradas, as bases cranianas ficaram posicionadas de maneira idêntica nos 3 planos do espaço. A partir desse ponto, tornou-se possível prosseguir com as segmentações das estruturas alteradas pela cirurgia. Os arquivos gerados pelo IMAGINE 1.2.1 após o processo de registro, foram abertos no software ITK-SNAP 2.2.4, e da mesma forma como previamente foram segmentadas as bases cranianas, procedeu-se à segmentação da maxila e da mandíbula (Figura 5).

No entanto, para o processamento de correspondência de forma (Shape Correspondence) que seria realizado na mensuração dos deslocamentos posteriormente, foi necessário segmentar a mandíbula e a maxila de modo a deixá-las completamente preenchidas, sem nenhum excesso ou falta no preenchimento dos voxels. Assim, os "*ruídos*" (brilhos e distorções) das imagens, gerados na segmentação automática, tiveram que ser minuciosamente removidos. Tais "*ruídos*" ocorreram por conta dos aparelhos ortodônticos, restaurações metálicas e âncoras de reposicionamento dos discos articulares.

Finalizada as segmentações, a próxima etapa foi a realização do recorte manual das áreas de interesse. O recorte da maxila foi feito numa linha horizontal abaixo dos forames infra-orbitários e acima da linha de fratura cirúrgica (Le Fort I), separando-a da base do crânio; o recorte da mandíbula foi efetuado separando-se o lado direito e esquerdo, entre a distal dos segundos prés-molares e mesial dos primeiros molares (Figura 6). Este procedimento se fez necessário porque o software 3DSlicer versão 3.6.11.0 (<http://www.slicer.org>), que realiza a correspondência de forma, ainda não tem recursos para processar a mandíbula por inteiro, devido a complexidade do formato em "v" do osso mandibular. Acredita-se que num futuro próximo essa limitação será resolvida.

Os dentes, em ambas as bases ósseas, foram também cortados por não serem área de interesse do estudo e para diminuir a quantidade de "*ruídos*" nas segmentações.

Tanto para remover "*os ruídos*" das imagens, como para realizar os cortes da maxila, mandíbula e dentes, foram utilizadas as ferramentas 3D Scalpel Tool (para remoções e cortes amplos) e Paintbrush Tool (para remoções e cortes mais precisos), ambas do software ITK-SNAP 2.2.4.

Figura 5 - A. Segmentação das áreas alteradas pela cirurgia (maxila e mandíbula) no software ITK-SNAP 2.2.4, após o registro B. Close up do Modelo tridimensional completo finalizado.

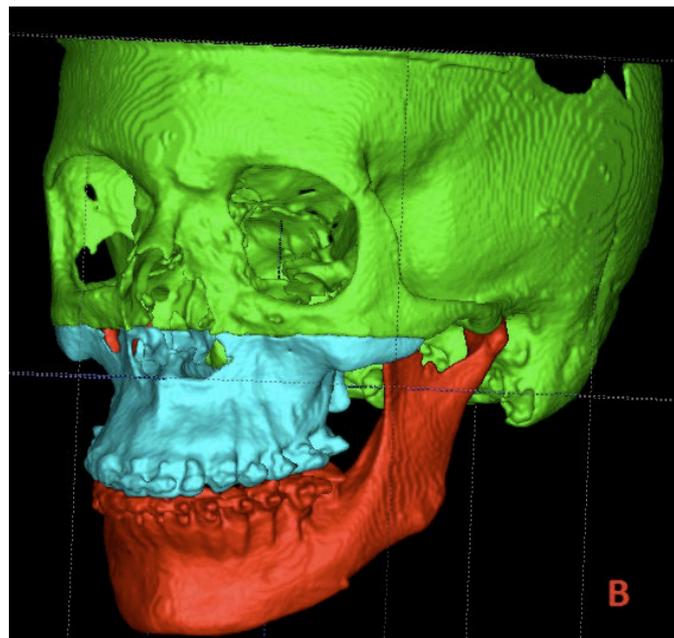
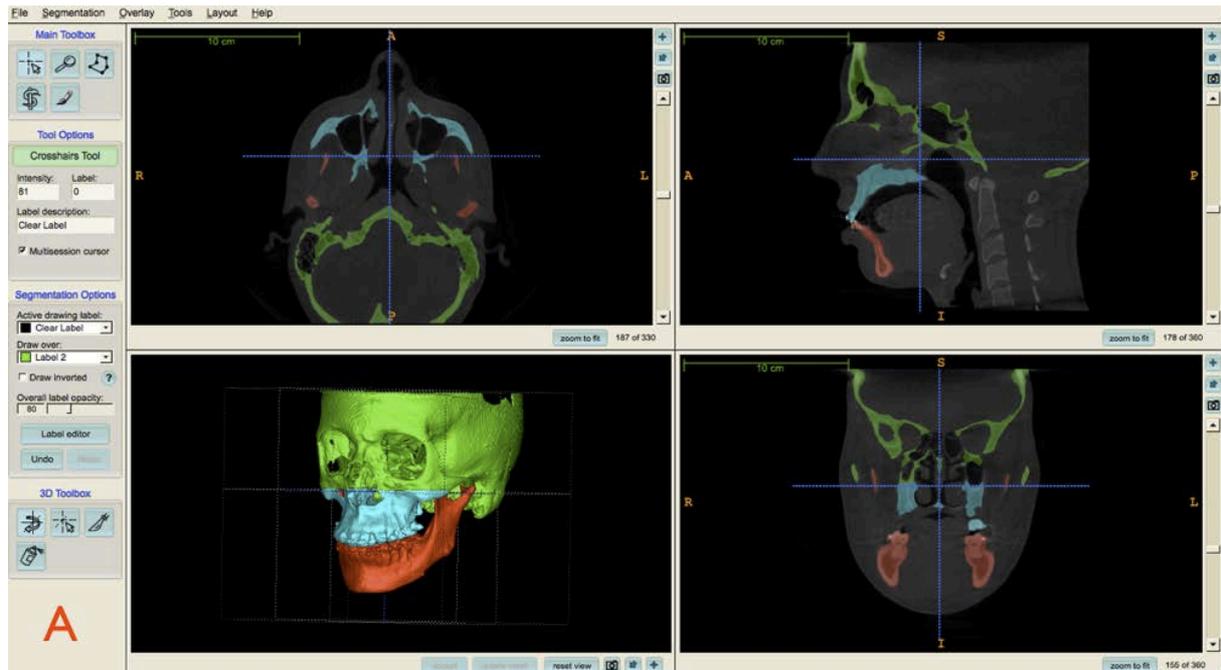
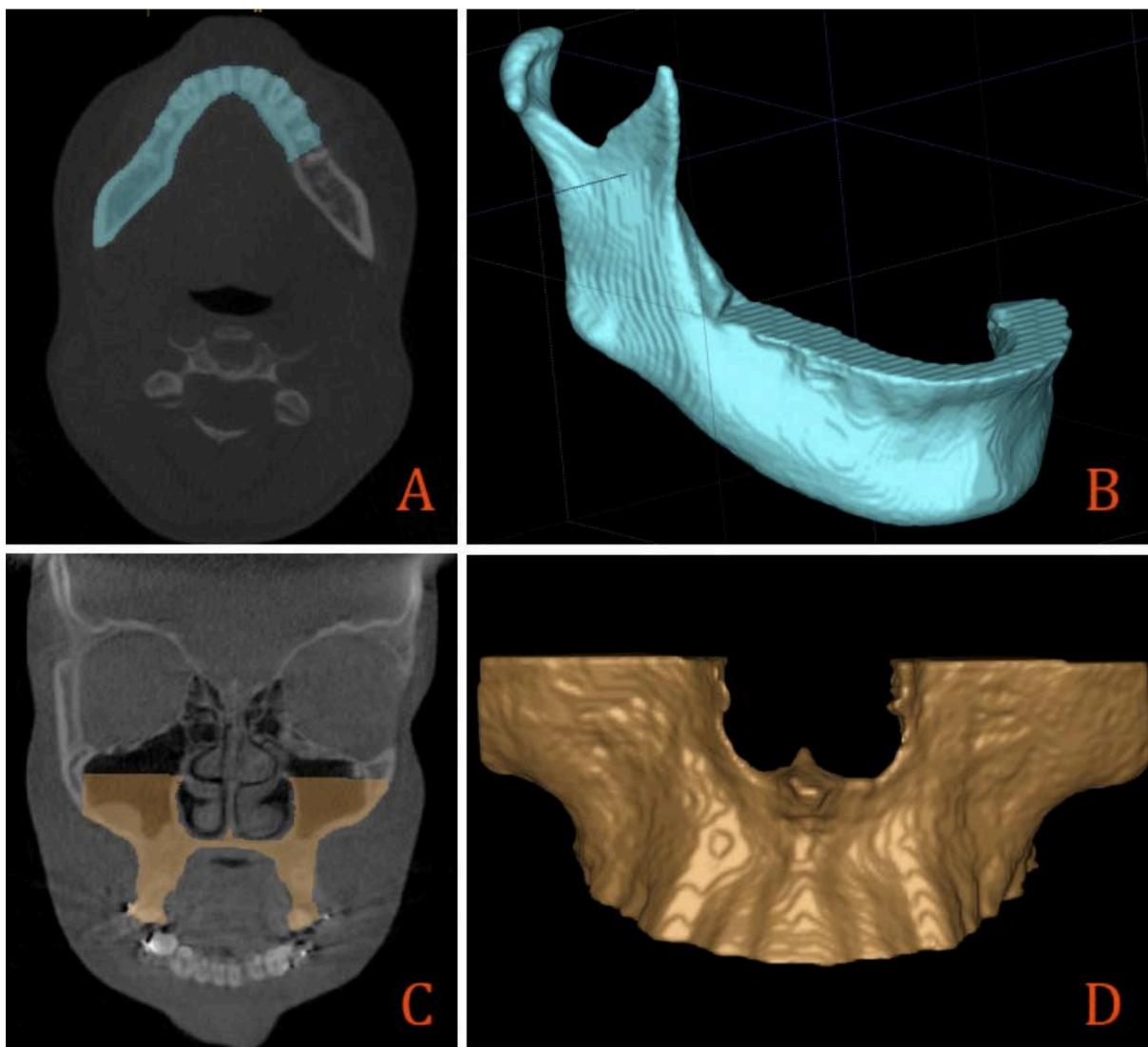


Figura 6 - A. Vista axial do recorte manual da mandíbula feito na distal do 2º segundo pré-molar e mesial do primeiro molar B. Recorte manual da mandíbula finalizado separando o lado direito do esquerdo C. Vista coronal do recorte da maxila D. Recorte manual da maxila feito numa linha horizontal abaixo dos forames infra-orbitários e acima da linha de fratura cirúrgica (Le Fort I) finalizado.



#### 4.2.6 Processamento para Correspondência de Forma (Shape Correspondence) :

Para a renderização computacional da correspondência de forma dos modelos tridimensionais segmentados, foi utilizada a ferramenta SPHARM-PDM (*Spherical Harmonic - Point Distribution Models*), do software 3DSlicer versão 3.6.11.0 (<http://www.slicer.org>).

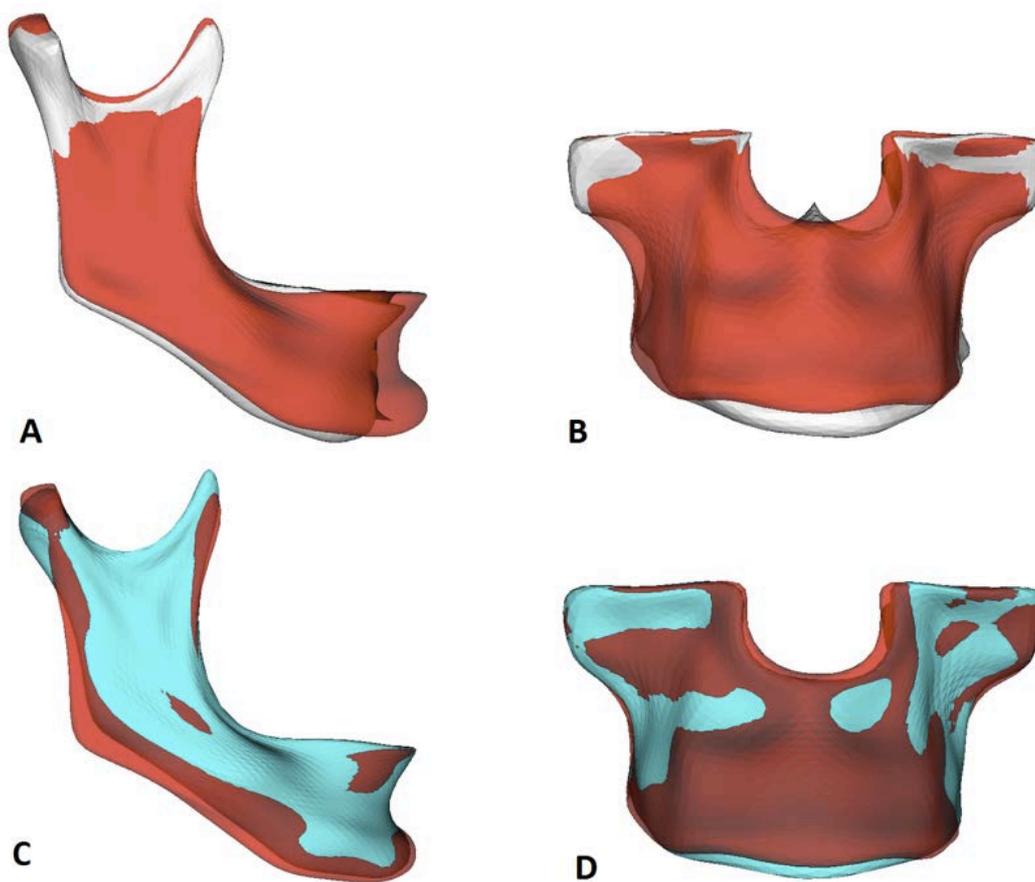
Esse processamento, que é estritamente computacional e automático, possui um algoritmo de parametrização, onde é feita a comparação e identificação de superfícies correspondentes entre os tempos T1, T2 e T3, ou seja, entre modelos tridimensionais semelhantes mas não idênticos.

Dessa forma, os arquivos recortados foram processados separadamente para cada área (maxila, mandíbula lado direito e mandíbula lado esquerdo), nos três tempos (T1, T2 e T3). Este processamento para correspondência de forma gerou novos arquivos, cuja a denominação tinha como extensão *.vtk* (*Visualization Tool Kit*).

Esses arquivos, por sua vez, foram convertidos em outros, cuja denominação tinha como extensão *.meta*, através de um comando chamado *VTK2Meta*, no software Linux Centos 6 (Community ENTerprise Operating System). Essa conversão em *.meta* se faz necessário para que se possa proceder com a visualização dos mapas de semi-transparências (mapa de sobreposição dos modelos tridimensionais) e também com a mensuração dos deslocamentos.

Para a visualização dos mapas de semi-transparências, os arquivos *.meta* foram abertos novamente no software 3DSlicer versão 3.6.11.0 (<http://www.slicer.org>), utilizando-se a aba *Models*. A cor branca representou o modelo tridimensional pré-cirúrgico (T1), a cor vermelha o pós-cirúrgico imediato (T2) e a cor azul clara o pós-cirúrgico com mínimo de 11 meses (T3) (Figura 7).

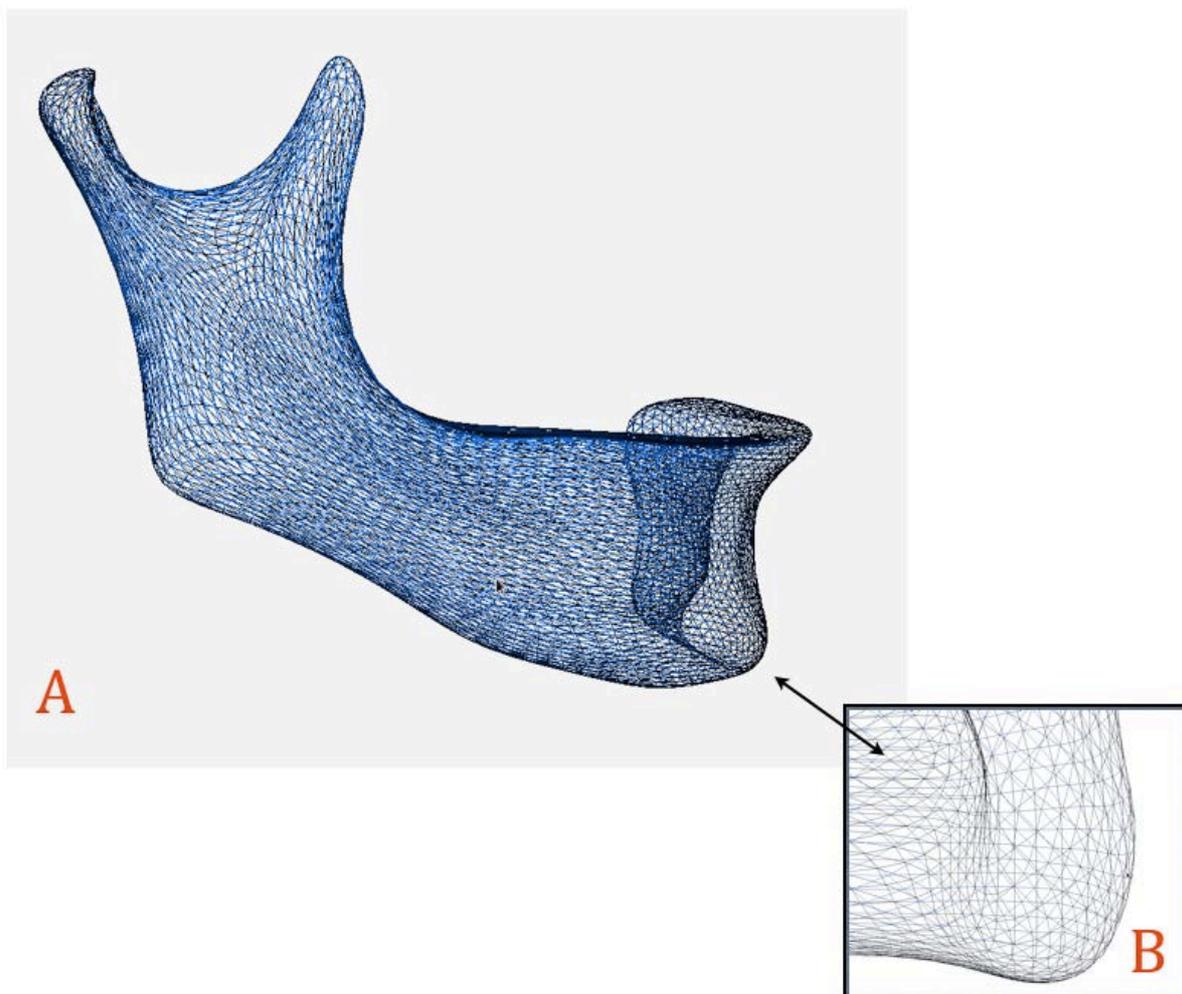
Figura 7 - A e B. Mapa de semi-transparências da mandíbula e maxila representando os deslocamentos cirúrgicos ocorridos - T2 (vermelho) - T1 (branco). C e D. Mapa de semi-transparências da mandíbula e maxila representando os deslocamentos e/ou respostas adaptativas ocorridas entre os tempos T3 (azul claro) - T2 (vermelho).



#### 4.2.7 Demarcação e Mensuração das Regiões de Interesse (ROIs - Regions Of Interest)

Antes de iniciar a explicação sobre as demarcações e mensurações das regiões de interesse (ROIs), é importante informar que os arquivos dos modelos tridimensionais com extensão *.meta*, são formados por pequenos triângulos, que compõem a malha tridimensional (Figura 8).

Figura 8 - A. Malha tridimensional B. Close up dos triângulos que compõem a malha tridimensional.



Utilizando-se os arquivos dos modelos segmentados com a extensão *.meta*, no software KWMeshVisu 1.0 <sup>74</sup>, foram demarcadas as seguintes regiões de interesse (ROI):

- a) **ROI Mento:** demarcada na região mentoniana (Pog), contendo o mínimo de 5 e o máximo de 11 triângulos (Figura 9).
- b) **ROI Ponto B:** demarcada na região do ponto B, contendo o mínimo de 5 e o máximo de 11 triângulos (Figura 10).
- c) **ROI Ramo:** demarcada na região ínfero-posterior do ramo e ângulo goníaco (Go), contendo o mínimo de 10 e o máximo de 25 triângulos (Figura 11).
- d) **ROI Polo Lateral do Côndilo (Pololat):** demarcada na região do pólo lateral do côndilo, contendo o mínimo de 3 e o máximo de 8 triângulos (Figura 12).
- e) **ROI Polo Medial do Côndilo (Polomed):** demarcada na região do pólo medial do côndilo, contendo o mínimo de 3 e o máximo de 8 triângulos (Figura 13).
- f) **ROI Superior do Côndilo (Supcond):** demarcada na região superior do côndilo, contendo o mínimo de 15 e o máximo de 25 triângulos (Figura 14).
- g) **ROI Pósterio Superior do Côndilo (Postcond):** demarcada na região pósterio-superior do côndilo, contendo o mínimo de 10 e o máximo de 20 triângulos (Figura 15).
- h) **ROI Maxilar Anterior (MaxAnt):** demarcada na região anterior da maxila, acima da região correspondente ao ponto A, contendo o mínimo de 9 e o máximo de 15 triângulos (Figura 16).

Figura 9 - A. ROI Mento demarcada na região mentoniana B. Demarcação dos triângulos na malha 3D.

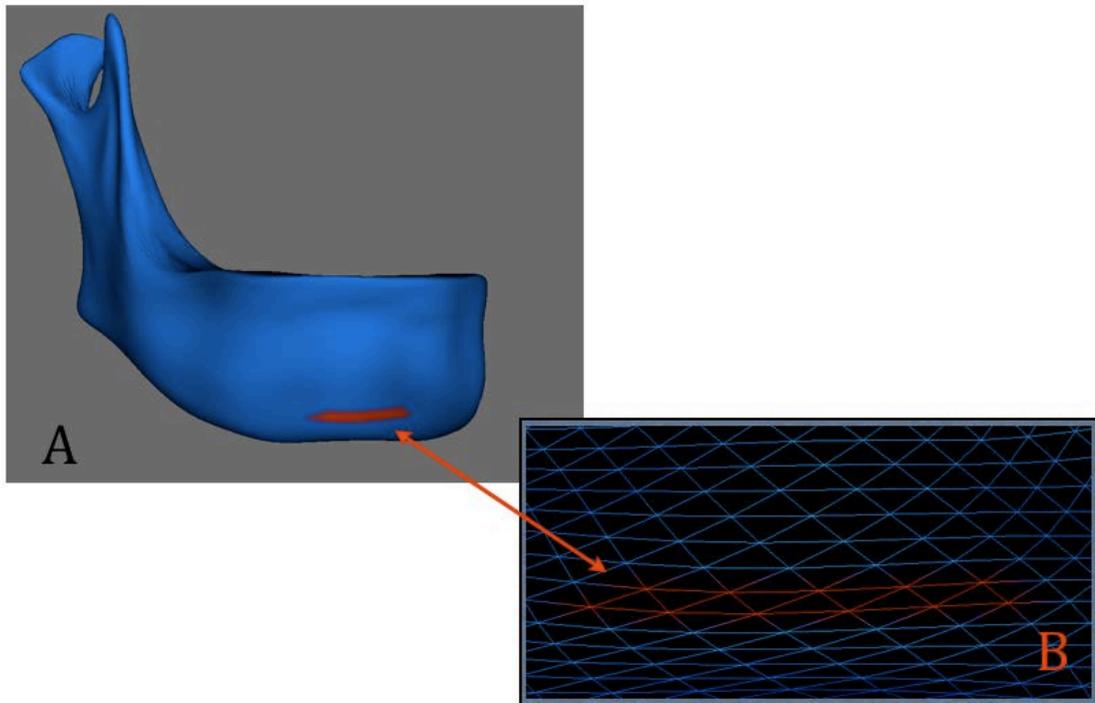


Figura 10 - A. ROI Ponto B demarcada na região do ponto B B. Demarcação dos triângulos na malha 3D.

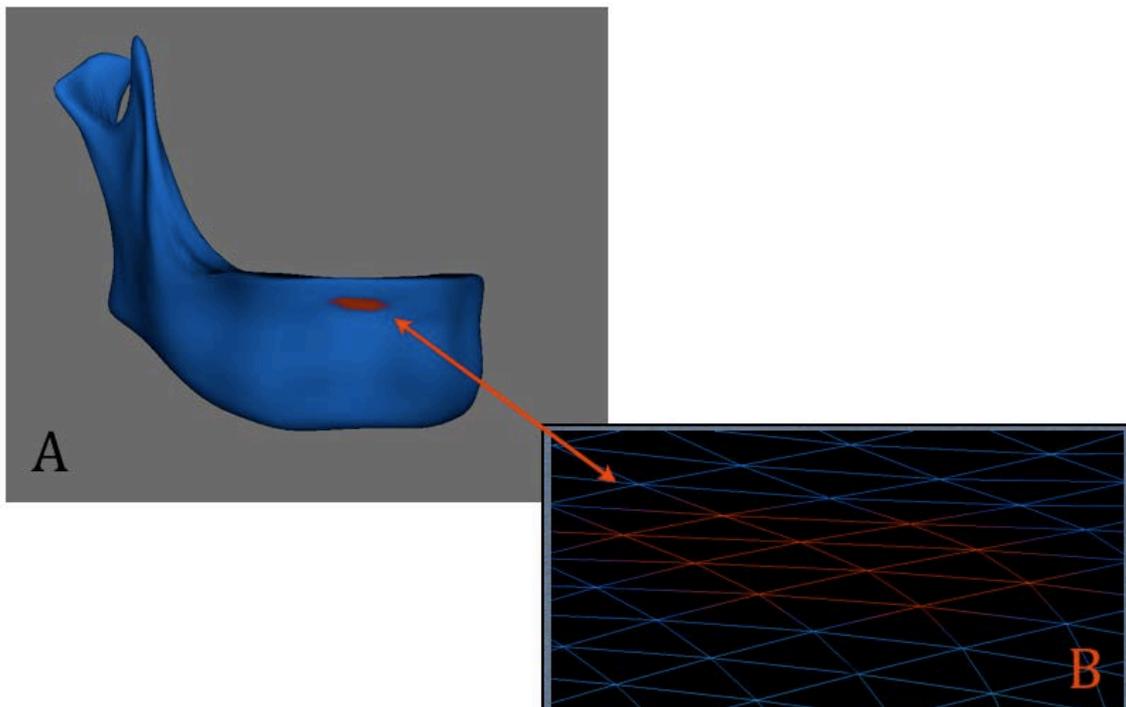


Figura 11 - A. ROI Ramo demarcada na região ínfero-posterior do ramo e ângulo goníaco B. Demarcação dos triângulos na malha 3D

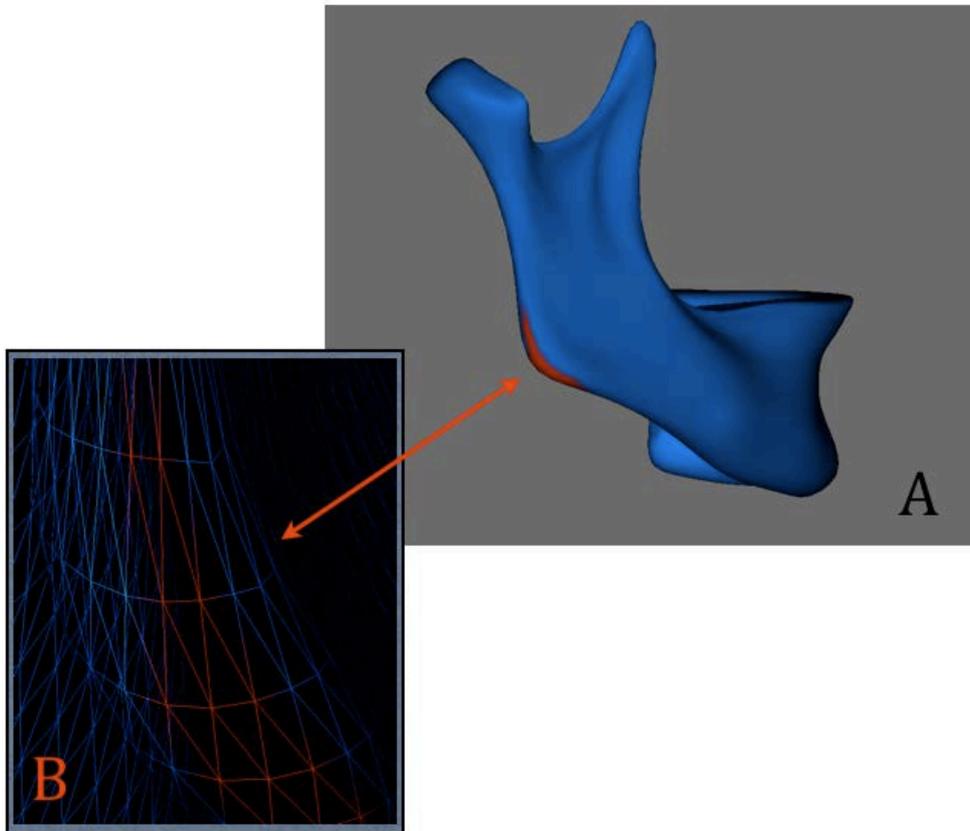


Figura 12 - A. ROI Pololat demarcada na região do polo lateral do côndilo B. Demarcação dos triângulos na malha 3D

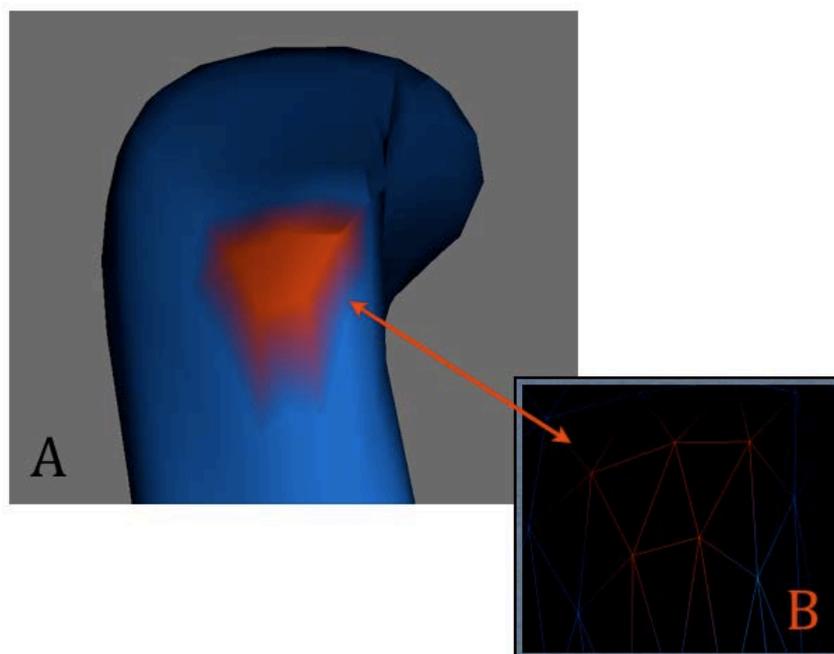


Figura 13 - A. ROI Polomed demarcada na região do polo medial do côndilo B. Demarcação dos triângulos na malha 3D

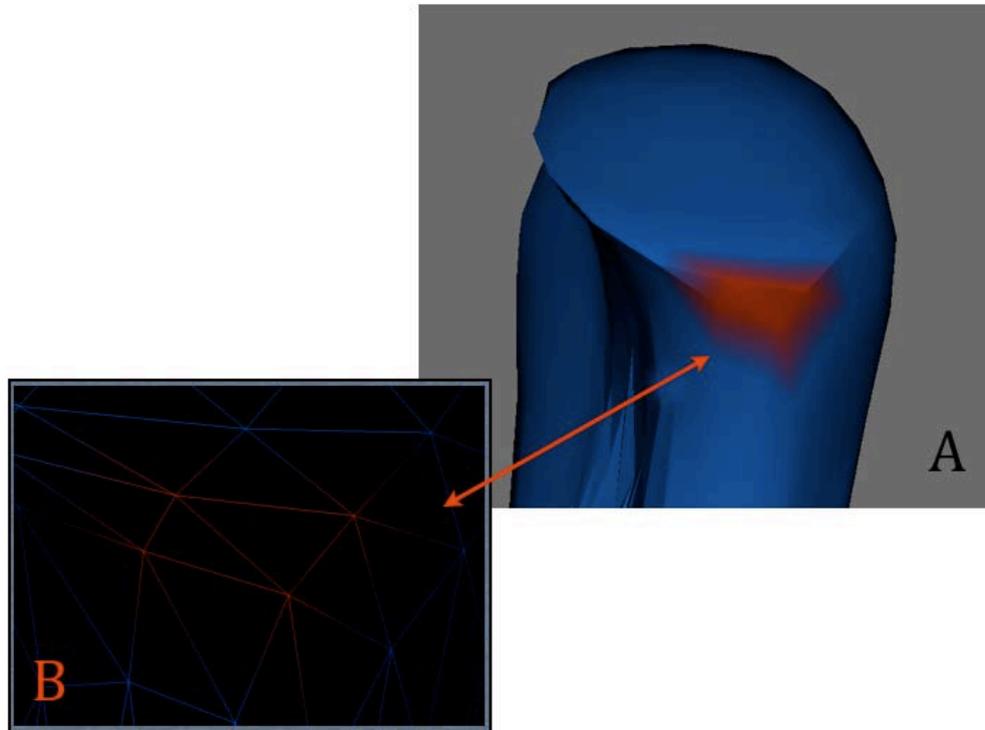


Figura 14 - A. ROI Supcond demarcada na região superior do côndilo B. Demarcação dos triângulos na malha 3D

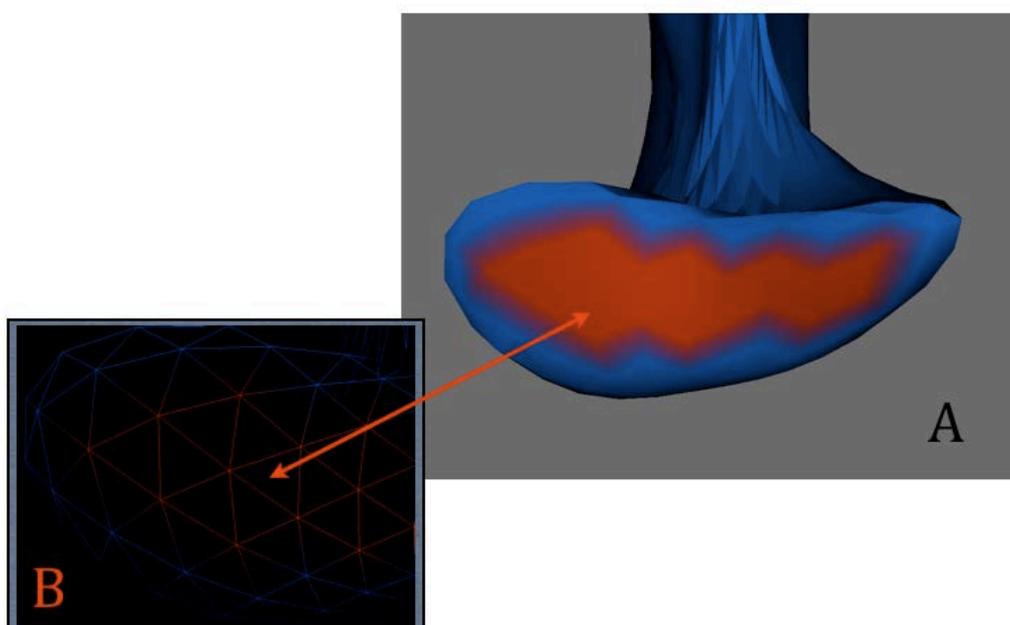


Figura 15 - A. ROI Postcond demarcada na região póstero-superior do côndilo B. Demarcação dos triângulos na malha 3D

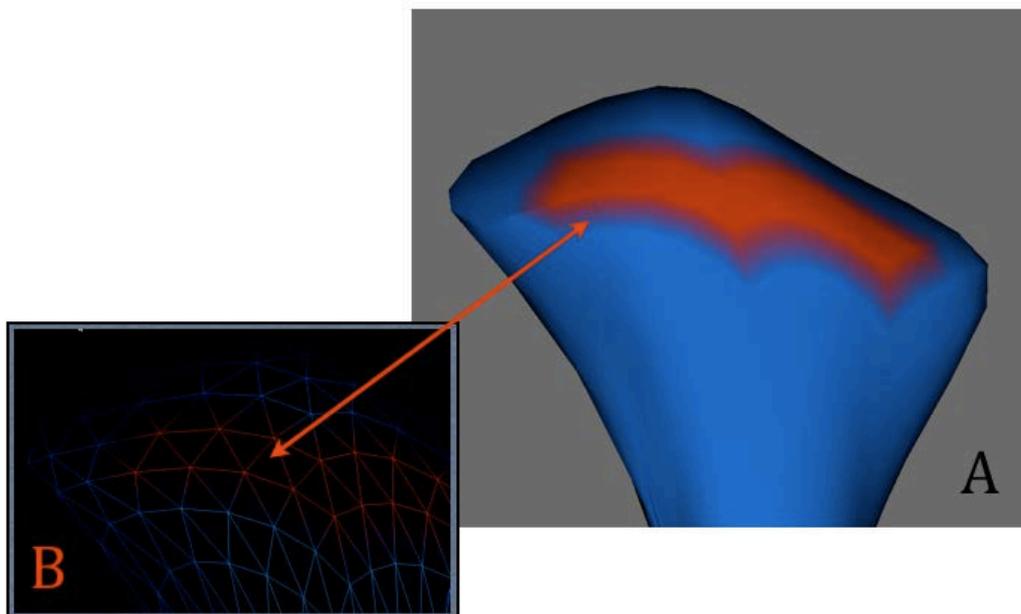
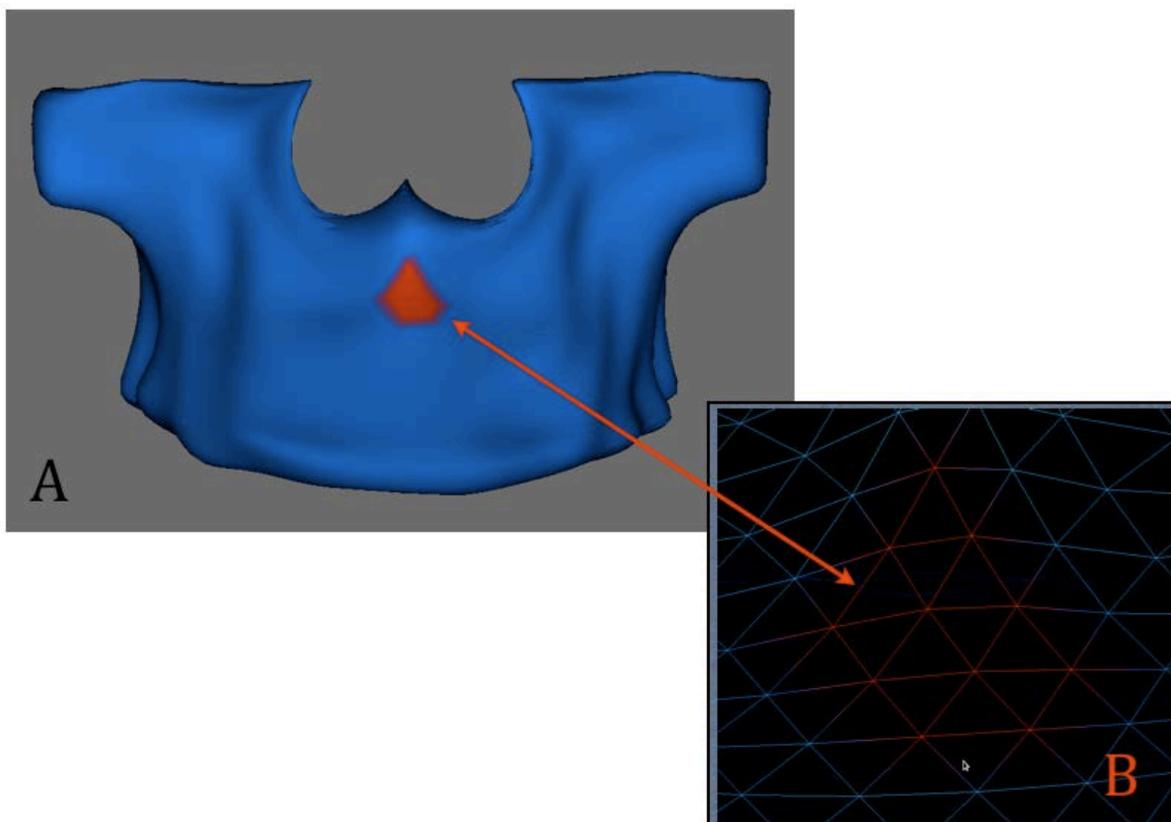


Figura 16 - A. ROI MaxAnt demarcada na região anterior da maxila acima do ponto A B. Demarcação dos triângulos na malha 3D



Uma vez demarcados os triângulos, o software KWMeshVisu 1.0 gera os valores dos deslocamentos correspondentes a região demarcada. Foram considerados na mensuração o máximo deslocamento ocorrido em cada ROI. Esses deslocamentos tiveram seus valores mensurados em milímetros (mm) e suas direções e sentidos representados através do mapa de vetores (Figuras 17 e 18).

Tanto durante a demarcação dos triângulos (modelo cor azul - Figuras 9 a 16) quanto na visualização do mapa de vetores (modelo colorido - Figuras 17 e 18), o modelo tridimensional que se vê corresponde ao do tempo inicial que se está avaliando. Já a demarcação das ROIs (em vermelho - Figuras 9 a 16) e os vetores (flechas verdes - Figuras 17 e 18) representam o deslocamento do modelo do tempo final. Por exemplo, quando mensurado os tempo T2-T1, o modelo tridimensional do mapa de vetores é de T1, e os vetores propriamente ditos, representam o deslocamento de T2 em relação a T1. Da mesma forma ocorre quando da demarcação das ROIs e quando mensurado os tempos T3-T2 (Figuras 9 a 18).

Foram atribuídos prefixos e sufixos na nomenclatura de cada ROI. Os prefixos "L" indicam o lado esquerdo e "R" o lado direito. O sufixo referenciará o tempo estudado.

As ROIs mento, ponto B e MaxAnt não tiveram prefixos por se localizarem na linha mediana.

#### Exemplos:

- LsupcondT3T2 (região superior do côndilo esquerdo comparando os tempos T3 e T2)
- RpololatT2T1 (região do pólo lateral do côndilo direito comparando os tempos T2 e T1) e assim sucessivamente.

Figura 17 - Mapa de vetores da mandíbula. O modelo colorido representa o tempo inicial, no caso T1, e os vetores representam o deslocamento de T2 em relação a T1 B. Close up dos vetores na região do mento.

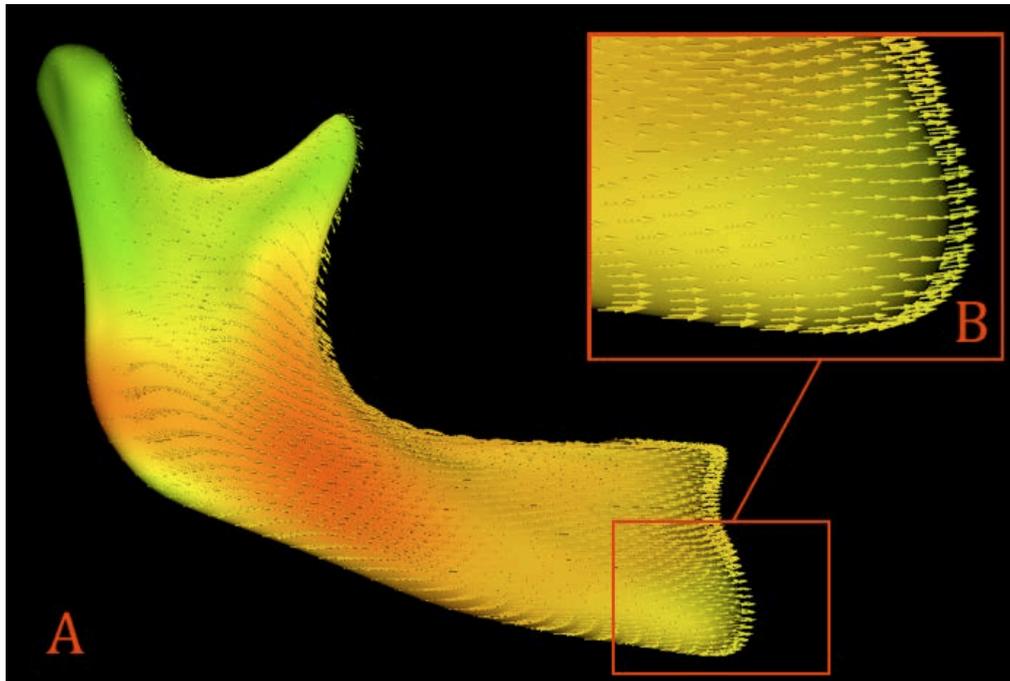
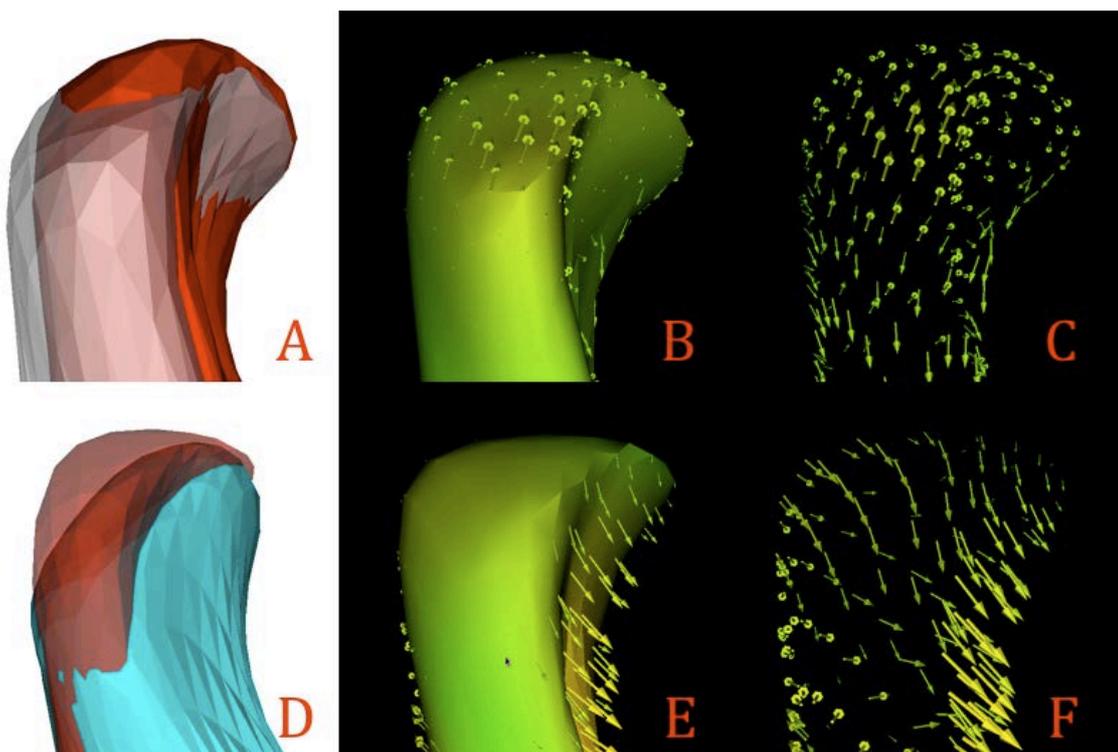


Figura 18 - A. Semi-transparentências das alterações cirúrgicas no côndilo em T2 (vermelho) - T1 (branco) B. e C. Mapa de vetores dos deslocamentos do côndilo em T2-T1 D. Semi-transparentências dos deslocamentos e/ou remodelações no côndilo em T3 (azul claro) - T2 (vermelho) E. e F. Mapa de vetores dos deslocamentos e/ou remodelações do côndilo em T3-T2.



#### 4.2.8 Análise Qualitativa e Quantitativa:

A análise dita quantitativa foi feita com base nos valores obtidos a partir do processo de mensuração, ou seja, são os dados numéricos dos máximos deslocamentos ocorridos em cada ROI. Já a análise qualitativa foi realizada por um examinador, e teve como principal objetivo descrever a direção dos deslocamentos predominantes ocorridos em cada ROI mensurada, dentro dos 6 graus de liberdade, quais sejam:

- 3 movimentações possíveis de translação em relação aos eixos X, Y e Z (superior-inferior; medial-lateral; anterior-posterior) - (Figura 19)
- 3 movimentações possíveis de rotação em relação aos eixos X, Y e Z (Roll medial-lateral, Yaw anterior-posterior e Pitch superior-inferior) - (Figura 19)

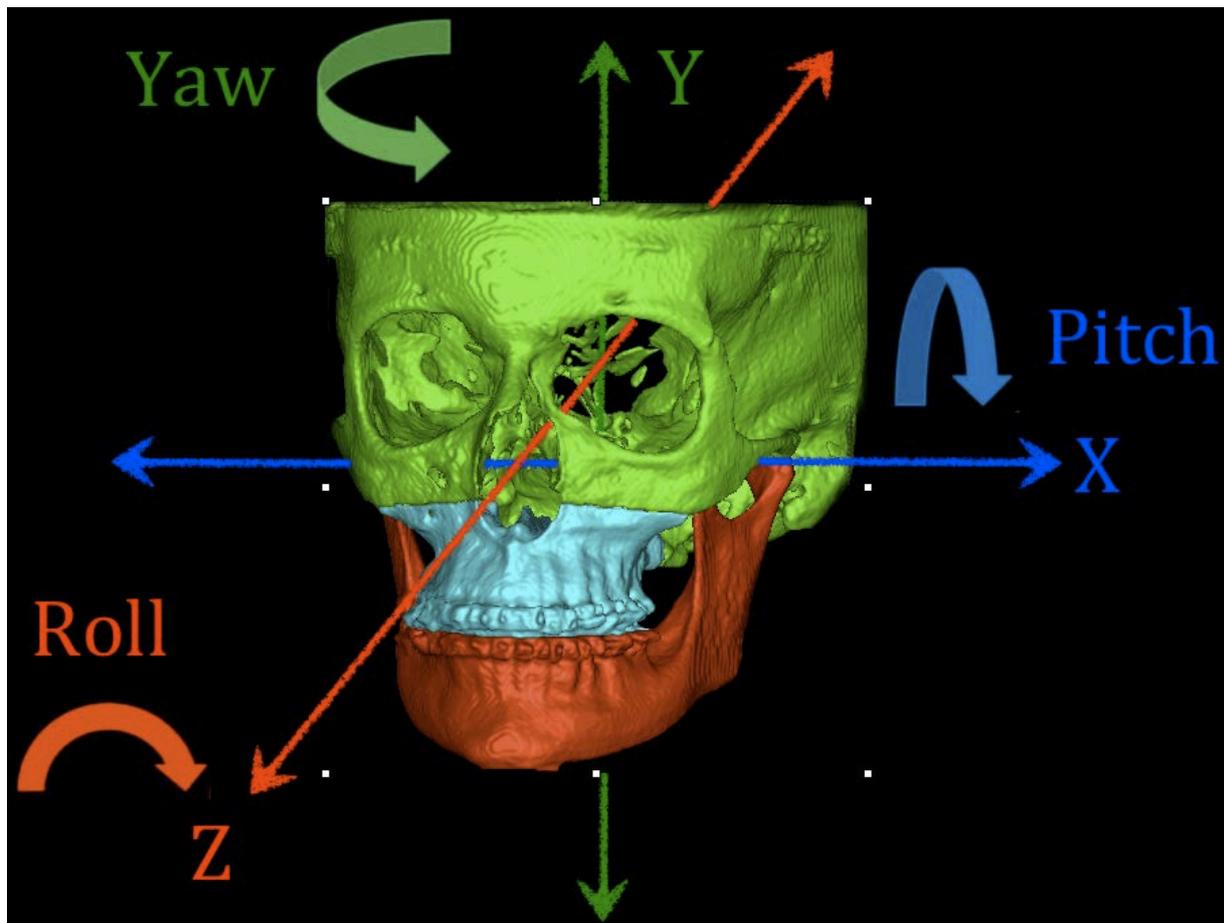
Em função da variabilidade individual, os deslocamentos predominantes serão apresentados em porcentagem para cada direção ocorrida em cada área de interesse mensurada. Os deslocamentos foram considerados como sendo predominantes quando ocorreram em mais de 50% dos indivíduos de cada grupo.

Para referenciar os movimentos ocorridos no eixo de rotação, devido dificuldades de tradução para língua portuguesa, foi utilizado uma nomenclatura internacional de orientação e controle de rotação em aviação (<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Rollpitchyawplain.png>).

Sendo assim, postulamos que:

- Roll Medial - rotação da região de interesse em torno do eixo Z em direção a linha mediana
- Roll Lateral - rotação da região de interesse em torno do eixo Z contrária a linha mediana
- Yaw Anterior - rotação da região de interesse em torno do eixo Y para anterior
- Yaw Posterior - rotação da região de interesse em torno do eixo Y para posterior
- Pitch Superior - rotação da região de interesse em torno do eixo X para superior
- Pitch Inferior - rotação da região de interesse em torno do eixo X para inferior

Figura 19 - Movimentos de translação e rotação nos 3 planos do espaço em relação aos eixos X, Y e Z.



#### 4.2.9 Mensurações Cefalométricas (2D)

No software Dolphin Imaging 11.5 (Patterson Technology), a partir dos arquivos *.dcm* (DICOM), foram geradas radiografias de teleperfil. Em seguida foram realizadas 5 medidas angulares (SNA,SNB, SNGoMe, FMA e OPA) e 1 medida linear (AFAI). Tais medidas foram mensuradas em T1 e T2 para ilustrar o Padrão de Crescimento predominantemente Vertical da amostra (SNGoMe > 36°), e a rotação do plano oclusal causado pela a cirurgia.

#### 4.2.10 Planejamento Estatístico:

Os maiores deslocamentos entre cada região de interesse foram mensurados entre os tempos T2-T1 e T3-T1.

Para avaliar a reprodutibilidade do processo de mensuração, foram realizadas duas mensurações das medidas em estudo, com intervalo de 10 dias, em 7 pacientes (20% da amostra) selecionados aleatoriamente. A reprodutibilidade foi avaliada por meio do coeficiente de correlação intraclassa (ICC) e o intervalo de confiança foi de 95%.

A análise estatística dos dados obtidos foi feita utilizando-se o *teste t de Student* para cada região de interesse, com intuito de verificar se existiram diferenças estatisticamente significantes entre os deslocamentos ocorridos nos dois tipos de cirurgias ortognáticas avaliados.

Correlações de Pearson foram realizadas entre todas as variáveis quantitativas estudadas no período pós-cirúrgico imediato (T2-T1), com as estudadas no período de acompanhamento (T3-T2), para verificar eventuais indicadores de instabilidade. Foram consideradas as correlações positivas e negativas maiores que 0,70.

**RESULTADO**

## 5 Resultado

### 5.1 Amostra

A amostra em estudo foi constituída por pacientes de ambos os gêneros, com idades entre 14 e 67 anos. A Tabela 1 apresenta dados descritivos da idade e do tempo de acompanhamento dos indivíduos da amostra, por grupo e gênero.

O Grupo 1 foi constituído por 66,7% de pacientes do sexo feminino, com idade média de 33,3 anos, e 33,3% do sexo masculino, com idade média de 28,9 anos. O tempo médio acompanhamento dos pacientes do sexo feminino foi de 12,8 meses e do sexo masculino foi de 11,8 meses.

O Grupo 2 foi constituído de 75% de pacientes do sexo feminino e 25% do sexo masculino, com idades médias de 28,8 e 32,6 anos, respectivamente. Neste grupo o tempo médio de acompanhamento foi de 14,7 meses para o gênero feminino e 20 meses para o gênero masculino.

Tabela 1 - Medidas descritivas de idade e tempo de acompanhamento por grupo e gênero

	Idade (anos)				Acompanhamento (meses)			
	média	dp	mínimo	máximo	média	dp	mínimo	máximo
Grupo1								
feminino (8)	33,3	20,2	14,8	67,0	12,8	1,6	11,0	15,0
masculino(4)	28,9	8,8	19,7	40,9	11,8	1,0	11,0	13,0
todos (12)	31,8	16,9	14,8	67,0	12,4	1,4	11,0	15,0
Grupo 2								
feminino(15)	28,8	15,0	15,1	58,6	14,7	6,3	11,0	36,0
masculino(5)	32,6	10,8	19,3	44,2	20,0	10,6	11,0	38,0
todos (20)	29,8	13,9	15,1	58,6	16,1	7,6	11,0	38,0

A Tabela 2 apresenta os dados da comparação das médias das medidas cefalométricas dos dois Grupos, calculadas através do teste t de Student. Os resultados confirmam a hipótese de igualdade entre os Grupos 1 e 2 em T1 (pré-cirurgia).

Tabela 2 - Medidas Cefalométricas do Grupo 1 e Grupo 2 em T1 - Média e desvio padrão, diferença entre as médias e erro padrão, e valor de p do teste t de Student para a hipótese de igualdade das médias

medida	Grupo 1		Grupo 2		diferença		
	média	dp	média	dp	média	ep	valor p
SNA	82,3	4,8	81,0	3,6	1,3	1,5	0,395
SNB	77,4	3,5	75,2	4,5	2,1	1,5	0,181
SNGoMe	37,3	8,4	39,8	8,7	-2,4	3,1	0,446
FMA	25,6	8,8	29,3	8,5	-3,6	3,1	0,260
OPA	15,8	6,3	19,1	5,2	-3,3	2,0	0,119
AFAI	68,9	7,0	69,4	7,9	-0,5	2,7	0,855

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentadas as alterações médias das medidas cefalométricas, ocorridas nos Grupos 1 e 2, imediatamente após a cirurgia (T2-T1).

No Grupo 1, com exceção da AFAI, todas as medidas foram estatisticamente significantes, isto é, diferentes de zero. No Grupo 2, todas as medidas sem exceção, apresentaram média de alteração diferente de zero.

Muito embora a AFAI tenha tido comportamento estatístico diferente entre os Grupos, quando comparadas as médias das alterações ocorridas entre os dois grupos, não houveram diferenças significativas entre as medidas, inclusive para a AFAI, como pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 3 - Grupo 1 (T2 - T1)- Média e desvio padrão, diferença entre as médias e erro padrão, e valor de p do teste t de Student para a hipótese de igualdade das médias

medida	T1		T2		diferença		valor p
	média	dp	média	dp	média	ep	
SNA	82,3	4,8	87,1	4,3	4,8	0,9	<b>0,000</b>
SNB	77,4	3,5	82,6	2,8	5,2	0,6	<b>0,000</b>
SNGoMe	37,3	8,4	33,0	5,4	-4,3	1,5	<b>0,014</b>
FMA	25,6	8,8	23,2	6,0	-2,4	1,0	<b>0,044</b>
OPA	15,8	6,3	9,0	4,0	-6,7	1,6	<b>0,001</b>
AFAI	68,9	7,0	67,9	6,1	-1,0	0,9	0,285

Tabela 4 - Grupo 2 (T2 - T1)- Média e desvio padrão, diferença entre as médias e erro padrão, e valor de p do teste t de Student para a hipótese de igualdade das médias.

medida	T1		T2		diferença		valor p
	média	dp	média	dp	média	ep	
SNA	81,0	3,6	85,5	4,1	4,5	0,6	<b>0,000</b>
SNB	75,2	4,5	80,1	3,8	4,8	0,7	<b>0,000</b>
SNGoMe	39,8	8,7	35,2	5,4	-4,5	1,1	<b>0,001</b>
FMA	29,3	8,5	24,2	5,1	-5,0	1,0	<b>0,000</b>
OPA	19,1	5,2	12,4	3,0	-6,7	0,9	<b>0,000</b>
AFAI	69,4	7,9	67,0	5,6	-2,4	0,7	<b>0,004</b>

Tabela 5 - Comparação entre Grupo1 e Grupo 2 em T2-T1 - Média e desvio padrão das alterações nas medidas cefalométrica, média e erro padrão da diferença entre as médias e valor p do teste do teste t de Student para a hipótese de igualdade das médias das alterações

medida	G1		G2		diferença		valor p
	média	dp	média	dp	média	ep	
SNA	4,8	3,1	4,5	3,0	0,2	1,1	0,821
SNB	5,2	2,2	4,8	3,3	0,4	1,0	0,712
SNGoMe	-4,3	5,1	-4,5	5,0	0,1	1,8	0,920
FMA	-2,4	3,7	-5,0	4,5	2,5	1,5	0,108
OPA	-6,7	5,5	-6,7	4,1	-0,03	1,7	0,987
AFAI	-1,0	3,3	-2,4	3,3	1,4	1,2	0,262

## 5.2 Estudo do Erro do Método de Mensuração Tridimensional

A reprodutibilidade foi avaliada por meio do coeficiente de correlação intraclassa (ICC) em 20% da amostra. Os resultados apresentados na Tabela 6 mostram que o valor do ICC foi maior que 0,95 para a maioria das áreas de interesse, sendo as exceções os limites inferiores das regiões Max\_Ant (0,92) e Rramo (0,83), ambas em T2-T1. Embora essas duas áreas não tenham atingido ICC maior que 0,95, o erro do método foi considerado desprezível devido ao altos valores encontrado.

Tabela 6 - Valor do coeficiente de correlação intraclassa e estimativa por intervalo de confiança de 95% entre as mensurações feitas em T2-T1 e T3-T2

variável	T2T1			T3T2		
	ICC	limites do IC(95%)		ICC	limites do IC(95%)	
		inferior	superior		inferior	superior
Mento	0,99	0,98	0,99	0,99	0,95	0,99
Ponto B	0,99	0,95	0,99	0,99	0,97	0,99
Lramo	0,99	0,99	1,00	1,00	0,99	1,00
Lpololat	0,99	0,99	1,00	0,99	0,98	1,00
Lpolomed	0,99	0,97	0,99	0,99	0,99	1,00
LsupCond	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	1,00
LpostCond	0,99	0,95	0,99	0,99	0,98	1,00
<b>Rramo</b>	0,97	<b>0,83</b>	0,99	0,99	0,99	1,00
Rpololat	0,99	0,95	0,99	0,99	0,97	0,99
Rpolomed	0,99	0,98	1,00	0,99	0,96	0,99
RsupCond	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
RpostCond	0,99	0,96	0,99	0,99	0,99	1,00
<b>Mx_Ant_</b>	0,98	<b>0,92</b>	0,99	0,99	0,95	0,99

\* *Em negrito os 2 valores com ICC < 0,95*

### 5.3 Resultados Quantitativos das Áreas de Interesse

Com o objetivo de comparar a estabilidade entre o Grupo 1 e Grupo 2, foi considerado a quantidade de deslocamentos ocorridos em T2-T1 (alterações cirúrgicas) e T3-T2 (respostas adaptativas e/ou deslocamentos).

Nas Tabelas 7, 8, 9 e 10 são apresentadas as médias, desvio padrão dos deslocamentos, diferença entre as médias, erro padrão e valor do teste t de Student para hipótese de igualdade das médias.

Em T2-T1, as alterações cirúrgicas foram estatisticamente diferentes entre os grupos nas seguintes áreas: côndilo esquerdo (Lpolomed, LSupcond, LPostcond), côndilo direito (Rpolomed), no ramo esquerdo (Lramo) e no ramo direito (Rramo).

Em T3-T2 as respostas adaptativas e/ou deslocamentos foram estatisticamente semelhantes entre os dois grupos.

Os Gráficos 1, 2, 3, 4 e apêndices 1 e 2 representam a porcentagem de pacientes segundo a quantidade de deslocamento, em cada Grupo, e em cada tempo cirúrgico.

O Gráfico 1 representa a porcentagem de pacientes segundo os deslocamentos provocados pela cirurgia (T2-T1) no Grupo 1. O Gráfico 2 representa os deslocamentos e/ou respostas adaptativas do Grupo 1 durante o período de acompanhamento (T3-T2).

O Gráfico 3 representa a porcentagem de pacientes segundo os deslocamentos provocados pela cirurgia (T2-T1) no Grupo 2. O Gráfico 4 representa os deslocamentos e/ou respostas adaptativas do Grupo 2 durante o período de acompanhamento (T3-T2).

Tabela 7 - Alterações Cirúrgicas nos Grupos 1 e 2 (T2-T1) - Média, desvio padrão dos deslocamentos (medidas em valores absolutos), diferença entre as médias, erro padrão e valor p do teste do teste t de Student para a hipótese de igualdade das médias

medida	G1		G2		diferença		valor p
	média	dp	média	dp	média	ep	
MentoT2T1	12,3	3,8	15,2	6,1	-2,8	2,0	0,176
Ponto B T2T1	8,7	2,6	9,4	3,8	-0,7	1,3	0,584
MX_Ant_T2T1	6,7	3,0	5,8	2,4	0,9	0,9	0,343
<b>Lramo T2T1</b>	5,2	1,5	8,2	3,4	-2,9	1,1	<b>0,018</b>
Lpololat T2T1	3,1	1,4	3,8	1,7	-0,6	0,6	0,261
<b>Lpolomed T2T1</b>	2,6	1,4	4,3	1,7	-1,7	0,5	<b>0,006</b>
<b>LSupCond T2T1</b>	3,2	1,4	4,6	2,0	-1,4	0,6	<b>0,037</b>
<b>LpostCond T2T1</b>	2,8	1,4	4,3	1,7	-1,4	0,5	<b>0,019</b>
<b>Rramo T2T1</b>	5,3	1,7	7,9	3,4	-2,6	1,1	<b>0,027</b>
Rpololat T2T1	2,8	1,3	3,4	2,3	-0,6	0,7	0,426
<b>Rpolomed T2T1</b>	2,5	1,2	3,5	1,0	-0,9	0,4	<b>0,025</b>
RSupCond T2T1	3,1	1,7	3,6	1,2	-0,4	0,5	0,384
RpostCond T2T1	2,9	1,3	3,1	1,2	-0,2	0,4	0,576

\* *Em negrito as regiões que tiveram deslocamentos estatisticamente diferentes*

Tabela 8 - Respostas Adaptativas e/ou deslocamentos nos Grupos 1 e 2 (T3-T2) - Média, desvio padrão dos deslocamentos (medidas em valores absolutos), diferença entre as médias, erro padrão e valor p do teste do teste t de Student para a hipótese de igualdade das médias

medida	G1		G2		diferença		valor p
	média	dp	média	dp	média	ep	
Mento T3T2	2,2	1,0	3,3	1,7	-1,0	0,5	0,088
Ponto B T3T2	2,6	1,6	2,9	1,3	-0,2	0,5	0,654
MX_Ant_T3T2	2,7	1,2	3,5	1,5	-0,8	0,5	0,115
Lramo T3T2	4,5	1,9	4,0	1,6	0,4	0,6	0,533
Lpololat T3T2	1,8	0,7	2,2	0,9	-0,3	0,3	0,249
LpolomedT3T2	1,6	0,7	2,2	1,3	-0,6	0,4	0,169
LSupCond T3T2	2,0	0,6	2,4	1,3	-0,4	0,4	0,340
LPostCond T3T2	2,0	1,1	2,5	1,4	-0,5	0,4	0,284
Rramo T3T2	3,5	1,6	4,0	2,2	-0,4	0,7	0,608
Rpololat T3T2	2,8	2,5	2,5	1,1	0,2	0,6	0,745
Rpolomed T3T2	2,0	1,5	2,0	0,8	0,0	0,4	0,916
RSupCond T3T2	2,1	1,0	2,2	0,7	-0,1	0,3	0,710
RpostCond T3T2	2,4	1,3	2,2	0,9	0,2	0,4	0,584

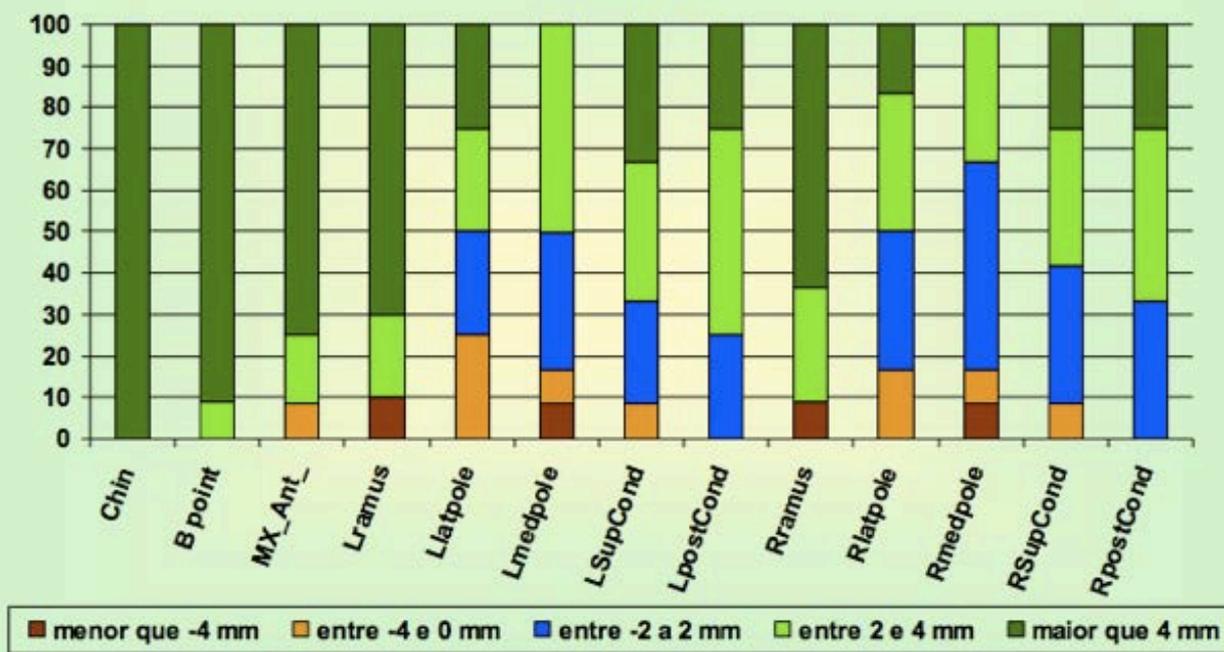
Tabela 9 - Média e desvio padrão amostrais das alterações, intervalo de confiança de 95% para a média populacional - IC (95%) - e valor p do teste t de Student para a hipótese da média das alterações ser igual a zero – Grupo 1

medida	n	média	dp	limites do IC (95%)		valor p
				inferior	superior	
ChinT2T1	11	12,37	3,85	9,79	14,96	<b>0,000</b>
B point T2T1	11	8,72	2,63	6,95	10,49	<b>0,000</b>
MX_Ant_T2T1	12	6,16	4,16	3,52	8,81	<b>0,000</b>
Lramus T2T1	10	4,09	3,83	1,35	6,83	<b>0,008</b>
Llatpole T2T1	12	1,07	3,42	-1,10	3,24	0,301
Lmedpole T2T1	12	1,35	2,73	-0,39	3,09	0,115
LSupCond T2T1	12	2,33	2,74	0,59	4,07	<b>0,013</b>
LpostCond T2T1	12	2,65	1,78	1,51	3,78	<b>0,000</b>
Rramus T2T1	11	3,81	4,25	0,96	6,67	<b>0,014</b>
Rlatpole T2T1	12	1,79	2,64	0,11	3,47	<b>0,039</b>
Rmedpole T2T1	12	0,38	2,88	-1,45	2,21	0,657
RSupCond T2T1	12	2,21	2,90	0,37	4,05	<b>0,023</b>
RpostCond T2T1	12	2,91	1,39	2,02	3,79	<b>0,000</b>
Chin T3T2	11	-1,07	2,35	-2,65	0,51	0,162
B point T3T2	11	-1,58	2,83	-3,48	0,32	0,093
MX_Ant_T3T2	12	-2,73	1,22	-3,50	-1,96	<b>0,000</b>
Lramus T3T2	10	-3,34	3,70	-5,99	-0,69	<b>0,019</b>
Llatpole T3T2	12	0,38	2,03	-0,91	1,67	0,527
Lmedpole T3T2	12	0,61	1,81	-0,54	1,76	0,270
LSupCond T3T2	12	0,31	2,22	-1,09	1,72	0,633
LPostCond T3T2	12	0,09	2,39	-1,43	1,61	0,897
Rramus T3T2	11	-3,27	2,30	-4,81	-1,73	<b>0,001</b>
Rlatpole T3T2	12	-0,57	3,86	-3,02	1,89	0,622
Rmedpole T3T2	12	0,99	2,45	-0,56	2,55	0,187
RSupCond T3T2	12	0,31	2,48	-1,27	1,89	0,672
RpostCond T3T2	12	0,19	2,90	-1,65	2,03	0,825

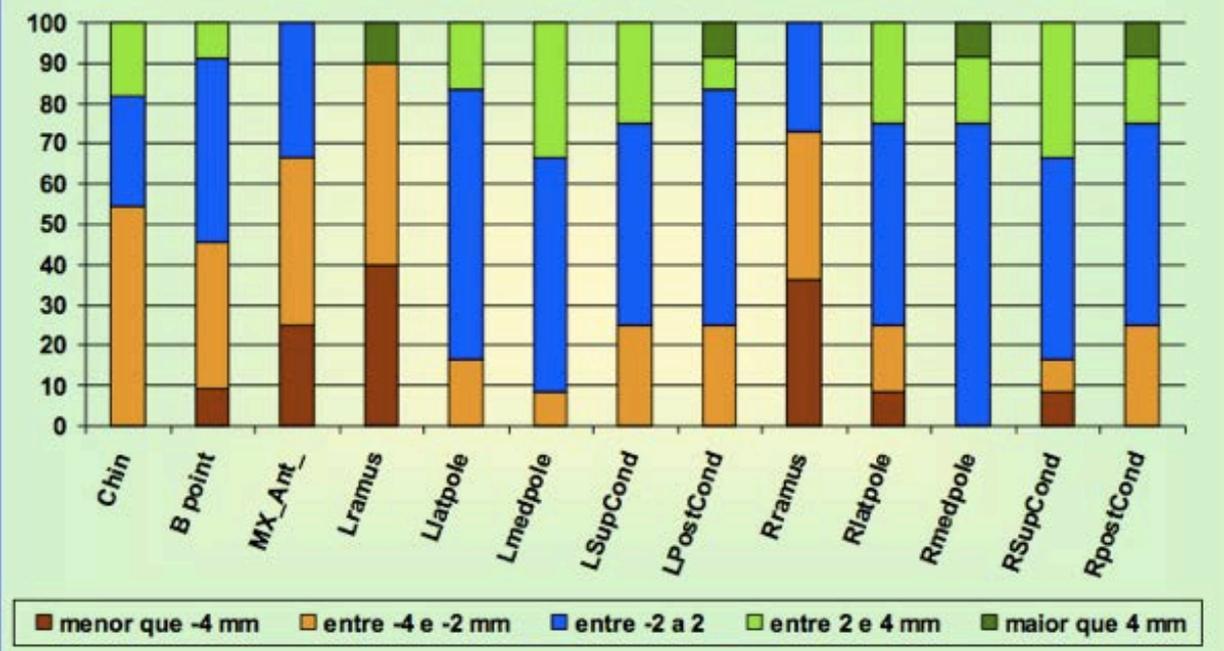
Tabela 10 - Média e desvio padrão amostrais das medidas, intervalo de confiança de 95% para a média populacional - IC(95%) - e valor p do teste do teste t de Student para a hipótese da média das alterações ser igual a zero – Grupo 2

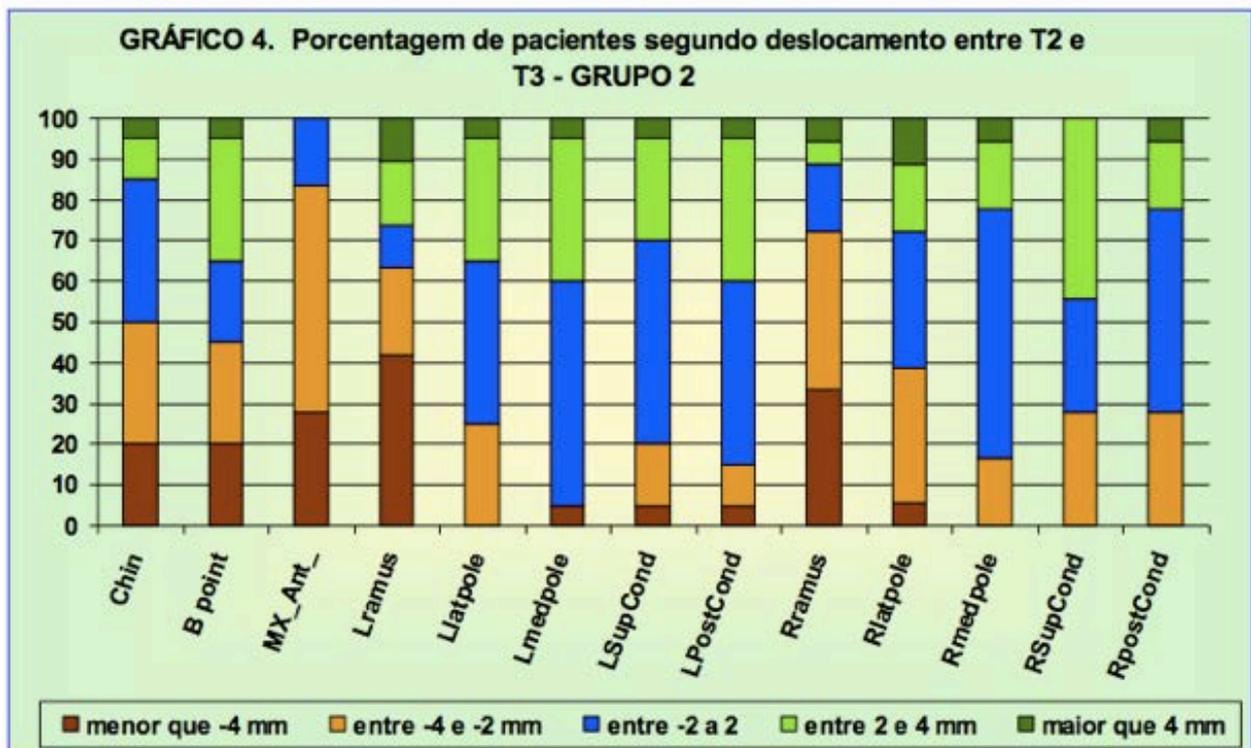
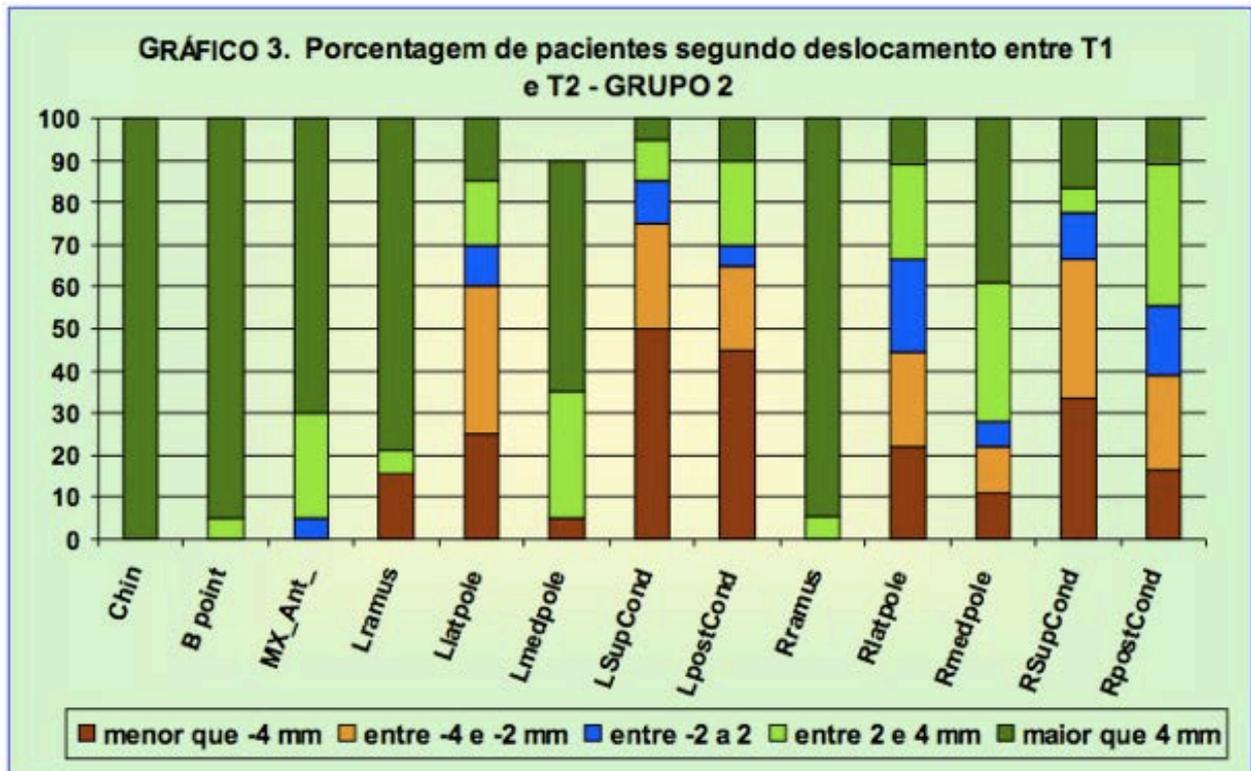
medida	n	média	dp	limites do IC (95%)		valor p
				inferior	superior	
ChinT2T1	20	15,21	6,12	12,34	18,07	<b>0,000</b>
B point T2T1	20	9,44	3,84	7,64	11,24	<b>0,000</b>
MX_Ant_T2T1	20	5,81	2,48	4,65	6,97	<b>0,000</b>
Lramus T2T1	19	5,06	7,48	1,46	8,66	<b>0,009</b>
Llatpole T2T1	20	-1,43	4,09	-3,34	0,48	0,134
Lmedpole T2T1	20	3,65	2,99	2,25	5,05	<b>0,000</b>
LSupCond T2T1	20	-3,14	4,12	-5,06	-1,21	<b>0,003</b>
LpostCond T2T1	20	-1,9	4,32	-3,92	0,13	0,065
Rramus T2T1	18	7,93	3,42	6,23	9,63	<b>0,000</b>
Rlatpole T2T1	18	-0,79	4,15	-2,85	1,28	0,432
Rmedpole T2T1	18	1,71	3,34	0,05	3,37	<b>0,044</b>
RSupCond T2T1	18	-1,67	3,54	-3,43	0,09	0,061
RpostCond T2T1	18	0,36	3,49	-1,38	2,10	0,668
Chin T3T2	20	-1,38	3,57	-3,05	0,29	0,099
B point T3T2	20	-0,56	3,23	-2,07	0,95	0,447
MX_Ant_T3T2	18	-3,58	1,50	-4,33	-2,83	<b>0,000</b>
Lramus T3T2	19	-1,8	4,11	-3,78	0,18	0,073
Llatpole T3T2	20	0,47	2,43	-0,67	1,60	0,400
Lmedpole T3T2	20	0,65	2,63	-0,58	1,88	0,282
LSupCond T3T2	20	0,58	2,80	-0,73	1,89	0,364
LPostCond T3T2	20	0,81	2,83	-0,51	2,14	0,216
Rramus T3T2	18	-2,57	3,85	-4,48	-0,65	<b>0,012</b>
Rlatpole T3T2	18	-0,34	2,88	-1,77	1,10	0,628
Rmedpole T3T2	18	0,83	2,10	-0,22	1,87	0,114
RSupCond T3T2	18	0,63	2,38	-0,55	1,81	0,277
RpostCond T3T2	18	-0,01	2,51	-1,26	1,24	0,982

**GRÁFICO 1. Porcentagem de pacientes segundo deslocamento entre T1 e T2 - GRUPO 1**



**GRÁFICO 2. Porcentagem de pacientes segundo deslocamento entre T2 e T3 - GRUPO 1**



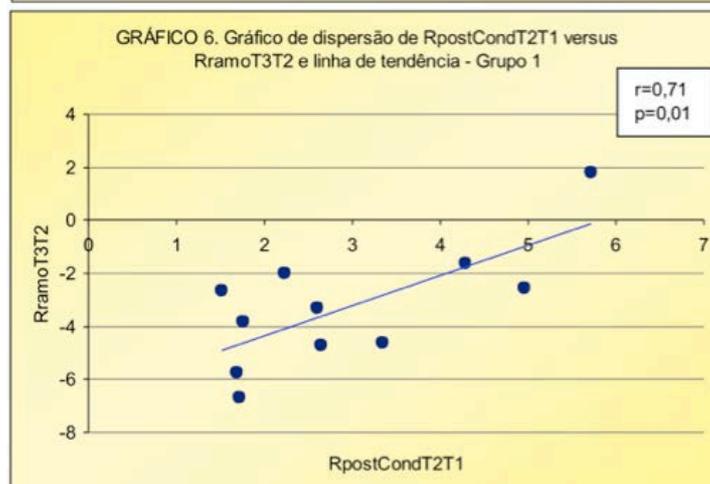
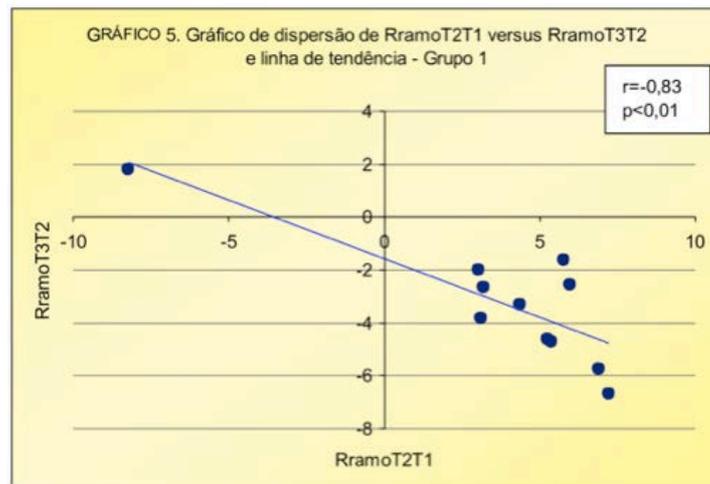


#### 5.4 Correlações de Pearson das Áreas de Interesse:

O estudo de correlação de Pearson foi realizado com intuito verificar a relação das alterações ocorridas entre as diferentes áreas de interesse. Para cada Grupo, foram consideradas as correlações fortemente negativas ou fortemente positivas, comparando-se as alterações cirúrgicas (T2-T1) com as respostas adaptativas (T3-T2). Somente no Grupo 1 houveram correlações maiores que 0,70, como mostram a Tabela 11 e os Gráficos 5 e 6.

Tabela 11 - Correlações no Grupo 1 - Alterações fortemente correlacionadas entre medidas em T2-T1 e T3-T2 - Valor de r de Pearson e p-value

Correlações	Rramo T3T2	p
RRamo T2T1	<b>-0,83</b>	<b>&lt;0,01</b>
RPostCond T2T1	<b>0,71</b>	<b>&lt;0,01</b>



## 5.5 Resultados Qualitativos das Áreas de Interesse

O Quadro 2 apresenta as alterações cirúrgicas (T2-T1) e os deslocamentos predominantes ocorridos dentro dos 6 graus de liberdade, em percentuais, nos grupos 1 e 2.

Quadro 2 - Alteração Cirúrgica T2-T1 - Descrição da direção de deslocamentos predominantes ocorridos no Grupo 1 e Grupo 2, em cada região de interesse (ROI)

ROI	Deslocamentos G1 (N=12)	Deslocamentos G2 (N=20)
<b>Mento</b>	Superior (83%) e Anterior (92%)	Superior (85%) e Anterior (100%)
<b>Ponto B</b>	Superior (75%) e Anterior (92%)	Superior (85%) e Anterior (100%)
<b>RRamo</b>	Superior (75%), Anterior (75%), Lateral (58%) com Roll Lateral (75%)	Anterior (55%), Lateral (55%) com Roll Lateral (75%)
<b>LRamo</b>	Superior (83%), Anterior (83%) com Roll Lateral (67%)	Anterior (70%) com Roll Lateral (80%)
<b>RPololat</b>	Superior (75%), Posterior (92%) com Roll Medial (75%) e Yaw Posterior (58%)	Roll Medial (65%)
<b>Lpololat</b>	Superior (58%), Posterior (75%), Medial (67%) com Roll Medial (75%)	Inferior (80%), Medial (60%) com Roll Medial (85%)
<b>RPolomed</b>	Inferior (58%), Posterior (83%) com Roll Medial (83%)	Inferior (65%) com Roll Medial (60%)
<b>LPolomed</b>	Inferior (58%), Posterior (58%), Medial (67%) com Roll Medial (83%)	Inferior (90%), Anterior (55%), Medial (75%), com Row Medial (90%)
<b>RSupcond</b>	Superior (67%), Posterior (92%) com Pitch up (67%)	Inferior (70%) com Pitch up (55%)
<b>LSupcond</b>	Superior (58%), Posterior (92%), Medial (58%) com Pitch up (67%)	Inferior (85%), Medial (65%) com Pitch up (70%)
<b>RPostcond</b>	Superior (67%), Posterior (92%) com Pitch up (67%)	Inferior (70%)
<b>LPostcond</b>	Superior (58%), Posterior (92%), Medial (58%)	Inferior (90%) e Medial (55%)
<b>Max Ant</b>	Superior (100%) e Anterior (92%)	Superior (90%) e Anterior (100%)

O Quadro 3 apresenta os deslocamentos predominantes e/ou remodelações (T3-T2) ocorridos dentro dos 6 graus de liberdade, em percentuais, nos grupos 1 e 2.

Quadro 3 - Respostas Adaptativas/Deslocamentos T3-T2 - Descrição da direção de deslocamentos predominantes e/ou remodelações ocorridos no Grupo 1 e Grupo 2, em cada região de interesse (ROI)

ROI	Deslocamentos G1 (N=12)	Deslocamentos G2 (N=20)
<b>Mento</b>	Inferior (60%) e Posterior (58%)	Inferior (60%) e Posterior (60%)
<b>Ponto B</b>	Posterior (67%)	Inferior (60%) e Posterior (55%)
<b>RRamo</b>	Superior (75%), Anterior (58%), Medial (75%) com Roll Medial (67%)	Não houve deslocamento predominante
<b>LRamo</b>	Superior (67%), Medial (75%) com Roll Medial (67%)	Superior (80%) com Roll Medial (65%)
<b>RPololat</b>	Medial (58%)	Inferior (55%)
<b>Lpololat</b>	Não houve deslocamento predominante	Superior (55%) e Posterior (55%)
<b>RPolomed</b>	Medial (67%)	Posterior (55%)
<b>LPolomed</b>	Inferior (58%)	Não houve deslocamento predominante
<b>RSupcond</b>	Superior (58%) e Anterior (58%)	Posterior (55%)
<b>LSupcond</b>	Superior (58%) e Posterior (58%)	Superior (60%) e Posterior (55%)
<b>RPostcond</b>	Não houve deslocamento predominante	Superior (55%) e Posterior (60%)
<b>LPostcond</b>	Posterior (58%)	Superior (60%) e Posterior (55%)
<b>Max Ant</b>	Inferior (92%) e Posterior (100%)	Inferior (90%) e Posterior (90%)

## 5.6 Regiões não Mensuradas

Não foi possível mensurar:

- 1 mento e 1 ponto B de um paciente do grupo 1, por terem sido cortados pelo processo de registro.
- 2 côndilos direitos pertencentes a pacientes do grupo 2, devido a imperfeições que comprometeram os vetores de mensuração, geradas durante o processamento para correspondência de forma.
- 4 ramos (1 do grupo 1 e 3 do Grupo 2), porque deles foram extraídos enxertos ósseos da região goníaca, e devido a isso os vetores gerados nessas áreas ficaram muito alterados.
- 2 regiões anteriores da maxila (no Grupo 2) em T3-T2, devido a problemas computacionais na geração dos vetores.

**DISCUSSÃO**

## 6 Discussão

Este é o primeiro estudo a avaliar tridimensionalmente a estabilidade do avanço maxilo-mandibular e a influência do reposicionamento dos discos articulares realizados num mesmo procedimento. Observou-se que o reposicionamento simultâneo dos discos articulares proporciona, a pacientes com discos articulares deslocados, a mesma estabilidade maxilar e mandibular observada em pacientes com ATMs normais submetidos a avanço maxilo-mandibular. O reposicionamento dos discos articulares promoveram ação protetora aos côndilos mandibulares demonstrado pela menor amplitude das alterações morfológicas observadas um ano após a cirurgia mesmo quando submetidos a movimentos cirúrgicos de maior amplitude.

As cirurgias bimaxilares com avanço mandibular tem sido descritas como um procedimento estável, porém quando os pacientes possuem crescimento craniofacial com tendências verticais, e com ângulos do plano oclusal (OPA) e do plano mandibular (SN.GoMe) aumentados, a previsibilidade do procedimento torna-se duvidosa <sup>10, 41, 82, 83, 86, 100, 101</sup>.

O conceito de que as ATMs são o alicerce das cirurgias ortognáticas e a preocupação com possíveis efeitos adversos destas cirurgias sobre as ATMs parece ampliar-se no meio acadêmico sendo frequentemente abordado pela literatura <sup>5, 6, 7, 15, 16, 29, 31, 40, 49, 56, 57, 59, 98, 100</sup>.

Os grandes avanços maxilo-mandibulares são hoje associados com aumento de carga mecânica sobre as ATMs, reabsorções e remodelações condilares, e com instabilidades pós-cirúrgicas, principalmente em pacientes do gênero feminino e com patologias articulares prévias à cirurgia <sup>5, 6, 7, 59, 62, 98, 99</sup>.

Neste contexto, o procedimento para reposicionamento dos discos articulares, embora não tenha unanimidade entre cirurgiões e pesquisadores <sup>5, 6, 7, 44, 90</sup>, tornou-se uma opção de tratamento de aceitação mais ampla e que tem como principal objetivo proteger os côndilos e melhorar a estabilidade cirúrgica <sup>41, 42, 65, 101</sup>.

A criação e evolução dos métodos de avaliação tridimensional permitiram que temas já abordados na literatura, pudessem ser novamente estudados sob a ótica tridimensional. O advento da tomografia de feixe cônico em conjunto com softwares específicos e modernas ferramentas de análises tridimensionais, tornaram as mensurações dos deslocamentos cirúrgicos, bem como mudanças morfológicas ao longo do tempo,

muito mais precisas que os métodos cefalométricos bidimensionais tradicionalmente usados <sup>4, 12, 13, 20, 24, 36, 39, 42, 73, 78, 80, 81, 87, 93</sup>.

O presente estudo teve como objetivo avaliar tridimensionalmente cirurgias ortognáticas de avanço maxilo-mandibular, com e sem reposicionamento simultâneo dos discos articulares, utilizando-se do método de avaliação tridimensional por correspondência de forma (SPHARM-PDM) <sup>3, 24, 78, 80, 81</sup>. Este método representa uma evolução em relação as ferramentas de mensuração baseadas em algoritmos que mensuram distâncias entre pontos próximos (Iterative Closest Points - ICP) , principalmente pela sua capacidade de identificar superfícies correspondentes entre dois modelos tridimensionais relacionados mas não idênticos e não necessariamente próximos entre si. Na prática clínica, é exatamente esta capacidade que fazia tanta falta para avaliações longitudinais, onde a questão principal era mensurar alterações morfológicas de um mesmo paciente ao longo do tempo e sob influência de um procedimento ou terapêutica farmacológica. O problema crítico para este desafio é que, antes da popularização dos métodos de análise 3D por correspondência de superfícies, entre eles o pacote de ferramentas SPHARM-PDM, os pesquisadores comparavam estruturas que tornaram-se diferentes (alteradas pelo tempo e/ou tratamento) usando os mesmos pontos de referência que haviam usado na avaliação inicial. Muitos destes pontos ou regiões anatômicas simplesmente deixaram de existir por ocasião das avaliações subsequentes. Este tipo de análise tornava-se ineficiente, suscetível a influência do examinador e aumentava a insegurança quanto aos resultados proclamados <sup>20, 22, 36, 42</sup>.

O algoritmo de parametrização incluído no método de correspondência de forma (SPHARM-PDM), permite também estudos populacionais de grande valor. Pode ser utilizado como biomarcador de doenças e para acompanhamento de testes terapêuticos através de identificação de superfícies correlacionadas, por meio de localização em sistema paramétrico <sup>3, 24, 73, 78, 80, 81, 93</sup>.

Para realizar as mensurações de maneira precisa em T2-T1 e T3-T2, as tomografias dos 3 tempos cirúrgicos foram registradas por um método de registro rígido por equivalência de voxels já validado para cirurgias maxilo-mandibulares, que tem a base do crânio pré-cirúrgica como referência para sobreposição <sup>19, 20, 36, 42, 68, 69, 73, 78, 80, 81</sup>. Certamente, o método de registro mais indicado seria a superposição regional (na mandíbula). Esta foi utilizada anteriormente somente por Park et al.<sup>79</sup>(2012) através do uso de um software comercial (OnDemand 3d App – Cybermed Technology) que nunca fora adequadamente validado. O primeiro protocolo para registros regionais e mensurações

condilares foi recentemente validado por Schilling et al.<sup>89</sup> (2013), porém ainda se encontra com sua implementação em andamento.

Com relação à amostra, o presente estudo contou com arquivos tomográficos de 32 indivíduos, sendo 12 pertencentes ao grupo 1 (ATMs normais) e 20 pertencentes ao grupo 2 (ATMs anormais - reposicionamento dos discos). Vale destacar que a amostra original incluía apenas 10 indivíduos no grupo 1 operados pelo cirurgião Prof. Dr. Larry Miller Wolford. Decidiu-se então, para efeito de melhorar o poder estatístico do estudo, incluir mais 2 indivíduos operados por outro coautor, o cirurgião Prof Dr. João Roberto Gonçalves. É importante salientar que a técnica cirúrgica empregada para estes dois indivíduos foi a mesma utilizada para os demais indivíduos incluídos na presente amostra.

Com relação aos arquivos tomográficos que foram tomados em 3 tempos distintos para cada paciente (T1, T2 e T3), o diferencial do presente estudo encontra-se nas tomografias do T2, que foram feitas com o mínimo de 1 e o máximo de 10 dias após as cirurgias ortognáticas. Este tempo reduzido diminuiu a possibilidade de ocorrência de respostas adaptativas no pós cirúrgico imediato. Diferentemente, outros trabalhos que avaliaram tridimensionalmente cirurgias de avanços mandibulares, fizeram as tomografias pós-cirúrgicas imediatas por ocasião da remoção do splint cirúrgico (goteira), 6 semanas após a cirurgia<sup>19, 68, 69, 80</sup>.

Assim, as alterações ocorridas imediatamente após as cirurgias (T2-T1) foram interpretadas como sendo apenas deslocamentos, já que o intervalo entre T1 e T2 não ultrapassaram 10 dias e portanto não houve tempo suficiente para ocorrência de remodelações significativas. Já no período de 11 meses de acompanhamento pós-cirúrgico (T3-T2) o interesse clínico foi duplo: deslocamentos e remodelações (aposição em regiões específicas e/ou reabsorções em regiões específicas).

Ambos os Grupos tiveram maior quantidade de indivíduos do gênero feminino (G1=66,7% e G2=75%). Esta maior prevalência de mulheres está de acordo com a literatura, que as apresentam como sendo mais susceptíveis à desarranjos internos das ATMs (como osteoartrites, reabsorções idiopáticas e deslocamento dos discos articulares), e também por serem mais propensas a fazerem avaliações e aceitarem o tratamento cirúrgico<sup>9, 15, 19, 29, 36, 40, 49, 59, 82, 98, 99</sup>.

Com a finalidade de caracterizar o padrão de crescimento craniofacial da amostra, medidas cefalométricas foram realizadas previamente a cirurgia. O Teste T de Student foi aplicado para hipótese de igualdade das médias entre os grupos, e confirmou a similaridade entre eles (Tabela 5). No entanto, quando observados os dados cefalométricos

separadamente, é possível afirmar que o Grupo 2 tinha características mais verticais (divergentes) que o Grupo 1, por apresentar valores maiores para os ângulos SN-GoMe, FMA e OPA (Tabelas 3 e 4). O maior número de indivíduos com tendência de crescimento vertical no Grupo 2, possivelmente esteja relacionado à maior prevalência de desarranjos internos das ATMs nos indivíduos com esse padrão craniofacial<sup>15, 34, 35, 49, 59, 72, 98, 103</sup>. Embora não tenha sido observado diferenças cefalométricas significantes entre os dois Grupos, observa-se que os valores médios indicativos do padrão facial do Grupo 1 encontravam-se próximos da média de padrão equilibrado. Uma comparação mais adequada entre os Grupos poderia ser feita se somente pacientes hiperdivergentes fossem incluídos na amostra.

O tempo de acompanhamento pós-cirúrgico para obtenção da tomografia T3 foi semelhante nos dois grupos. Embora tenha sido maior no Grupo 2, não houveram diferenças estatisticamente significantes entre eles.

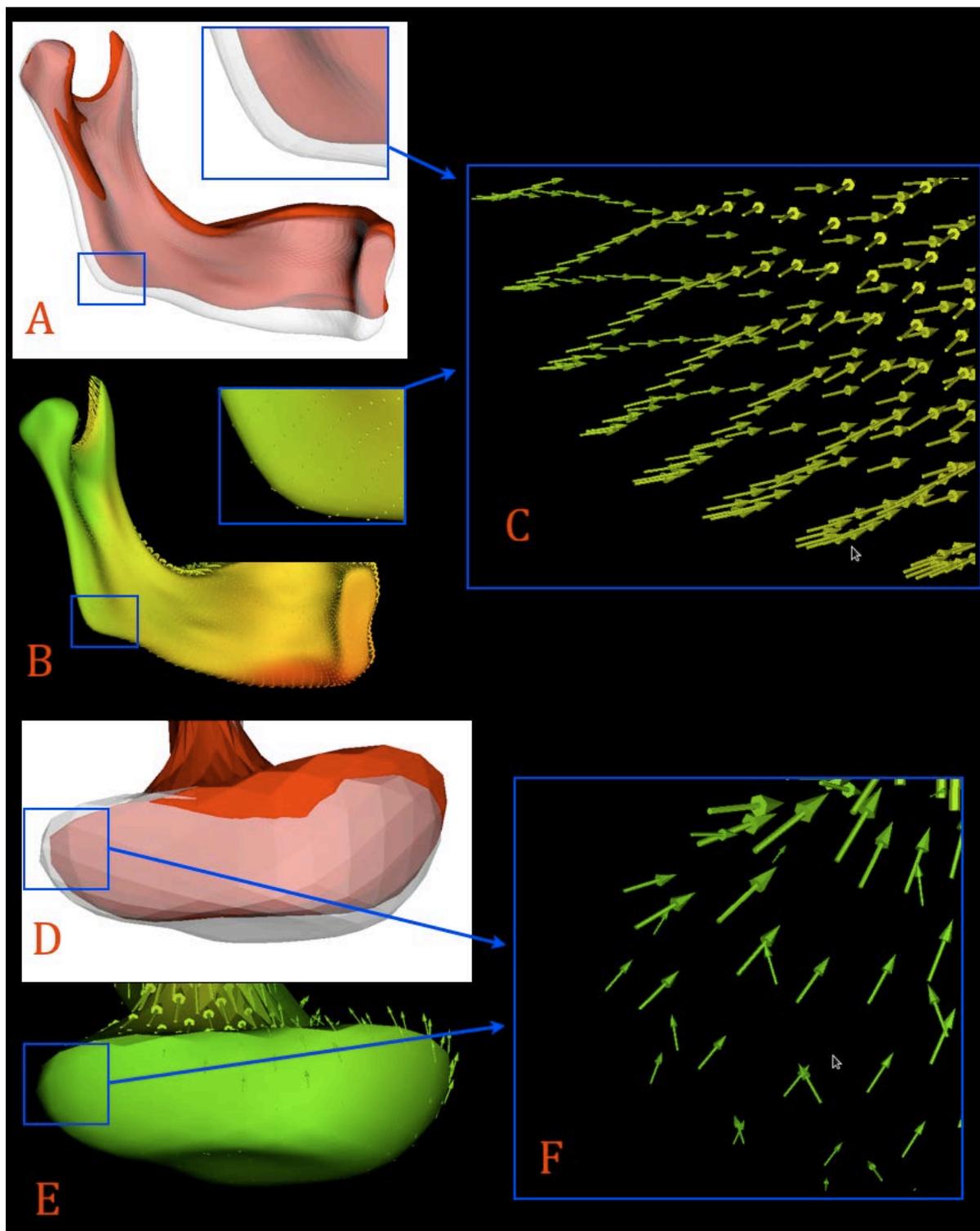
O método empregado no presente estudo mostrou-se reprodutível. O estudo de reprodutibilidade do método de mensuração por correspondência de forma (SPHARM-PDM) foi avaliado em T2-T1 (alterações cirúrgicas) e em T3-T2 (respostas adaptativas - acompanhamento), através de duas mensurações das áreas de interesse, com intervalo de 10 dias, em 7 pacientes selecionados aleatoriamente (~20% da amostra). Os resultados mostram o valor do ICC > 0,95 para a maioria das áreas de interesse. Esse alto valor confirma a confiabilidade e reprodutibilidade do método, e é muito semelhante ao dos trabalhos anteriores que utilizaram essa metodologia para mensurar mudanças morfológicas e deslocamentos cirúrgicos<sup>3, 24, 25, 73, 78, 80, 81</sup>. As segmentações não foram refeitas por terem sido validadas anteriormente e construídas voxel por voxel.

A análise quantitativa dos deslocamentos promovidos pelas alterações cirúrgicas (T2-T1) e pelas respostas adaptativas (T3-T2), consideraram o vetor que representava o máximo deslocamento ocorrido em cada região de interesse mensurada. Esses deslocamentos foram apresentados em valores absolutos (em mm) devido a uma limitação do Método de correspondência de forma (SPHARM-PDM). Tal método ainda não é capaz de decompor as direções de movimentação dos vetores dentro dos 3 graus de liberdade de translação (superior-inferior; medial-lateral; anterior-posterior). Assim, os valores positivos e negativos gerados não expressam uma única direção de deslocamento, e nem tão pouco representam necessariamente sentidos opostos. Por exemplo, um valor negativo do vetor na ROI Ramo pode ser indicativo de que esta superfície deslocou-se para anterior e/ou superior (Figura 20 A, B e C). Já na ROI Latpole, um valor negativo do vetor pode estar

indicando um movimento anterior, medial e inferior (Figura 20 C, D e F). É devido a esta limitação que torna-se indispensável a análise qualitativa. Esta, embora tenha inserido um viés de interpretação do examinador, é a forma mais adequada, atualmente, para que se faça a interpretação dos vetores e a análise das semi-transparências de maneira complementar ao método quantitativo <sup>19, 36, 68, 69, 80, 81</sup>. Foi a análise qualitativa que possibilitou descrever-se os deslocamentos ocorridos e as direções desses deslocamentos de forma conjunta, ou seja, dentro dos 6 graus de liberdade (3 no eixo de translação e 3 no eixo de rotação). Tal limitação foi também mencionada no trabalho de De Paula et al. <sup>80</sup> (2013), que utilizou-se da mesma metodologia para avaliar cirurgias de retração mandibular.

Para que a análise qualitativa pudesse considerar uma direção de deslocamento como sendo predominante, esta teve que ocorrer em mais de 50% dos indivíduos, em cada grupo separadamente. Por isso, algumas regiões de interesse não apresentaram deslocamentos predominantes (Apêndices 3 ao 15). Tal fato pode estar relacionado com o tamanho da amostra, com a variabilidade individual no padrão de reabsorção e aposição óssea, com o padrão de translação e de rotação ou com uma combinação destes fatores. Sugere-se que estudos reproduzindo os resultados apresentados no presente trabalho, com uma amostra maior, devam ser realizados na tentativa de buscar responder com maior certeza essas observações.

Figura 20 Limitação SPHARM-PDM - A B e C semi-transparências e mapa de vetores da ROI LramoT2T1, com valores negativos que indicam direção anterior e superior. D E e F semi-transparências e mapa de vetores da ROI LlatpoleT2T1, com valores negativos que indicam em direção anterior, medial e inferior.



Dentre as oito áreas de interesse mensuradas, duas foram demarcadas no segmento distal da mandíbula (ROI Mento e ROI Ponto B), cinco no segmento proximal da mandíbula (ROI Ramo, ROI Polomed, ROI Latpole, ROI Supcond e ROI Postcond) e uma na Região anterior da maxila (ROI MaxAnt).

No segmento distal, em ambos os grupos, as alterações cirúrgicas (T2-T1) promoveram rotação anti-horária do plano oclusal e diminuição do ângulo do plano mandibular. Estas rotações estão de acordo com os deslocamentos predominantes para superior e anterior, ocorridos nas regiões do mento e ponto B, e são também coerentes com a intenção terapêutica cirúrgica que era de avanço mandibular com rotação anti-horária da mandíbula e consequente aumento nominal da razão altura facial posterior / altura facial anterior (Figura 21 A e B).

Os deslocamentos quantitativos maiores na região do mento em comparação com a região do Ponto B se devem as mentoplastias, que foram realizadas em 42% dos casos no Grupo 1 e em 50% no Grupo 2.

Os resultados acima descritos diferem dos resultados de Carvalho et al.<sup>19</sup>(2010), Motta et al.<sup>68</sup> (2010) e Motta et al.<sup>69</sup> (2011), com relação a magnitude dos avanços, que foram praticamente a metade dos realizados no presente estudo ( $6,81 \pm 3,2\text{mm}$ ), e também com relação a direção do deslocamento predominante do mento, que foi relatado como sendo para inferior e para anterior em T2-T1. Essas discordâncias podem ser explicadas principalmente pelo padrão de crescimento craniofacial diferente das amostras. No presente estudo, a amostra apresentou tendências verticais, e essa característica exigiu que o planejamento cirúrgico incluísse grandes avanços, com rotação anti-horária da mandíbula, do plano oclusal e consequente diminuição da AFAI (mento para superior e anterior). Nos estudos de Carvalho et al.<sup>19</sup>(2010), Motta et al.<sup>68</sup> (2010) e Motta et al.<sup>69</sup> (2011), as amostras eram compostas por pacientes com alturas faciais normais ou diminuídas, e portanto, a intenção terapêutica da cirurgia previu rotação horária da mandíbula com consequente aumento da AFAI (mento para inferior e para anterior).

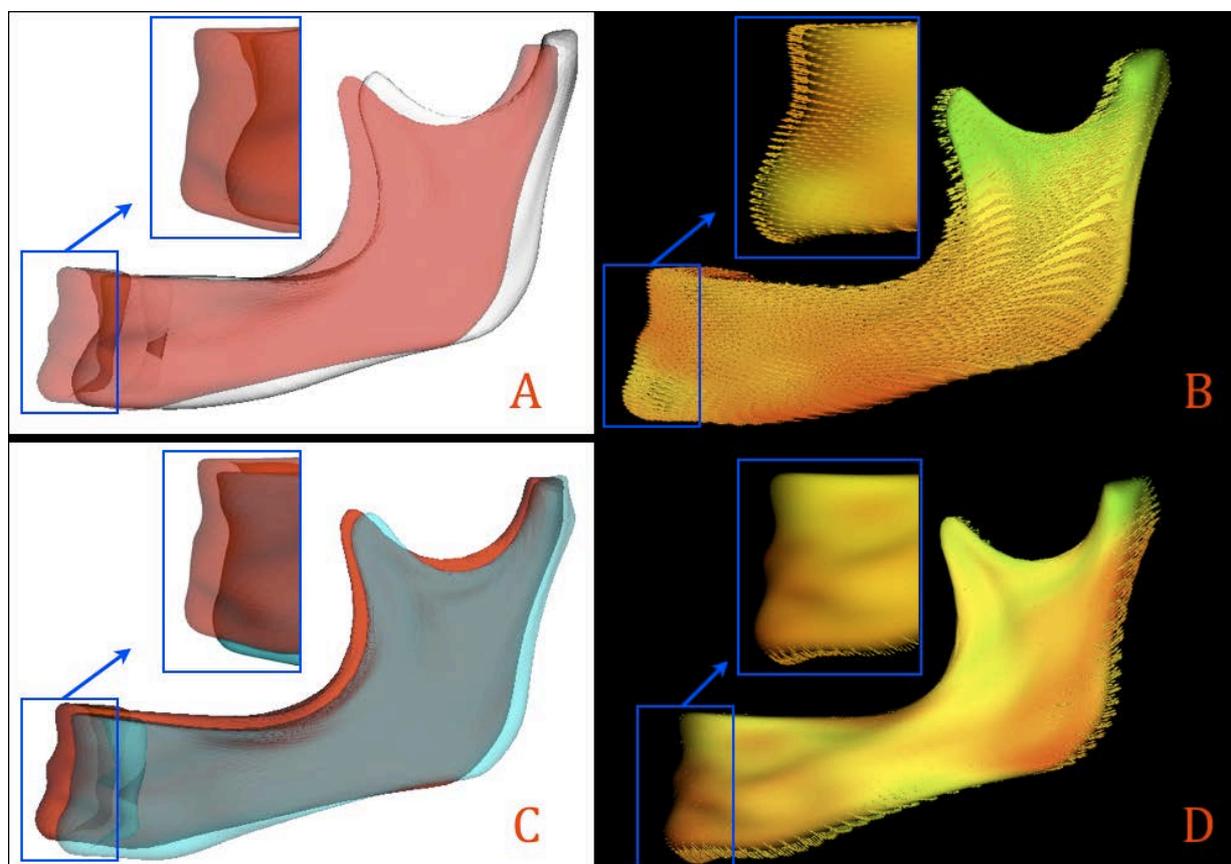
Durante o período de acompanhamento (T3-T2), a estabilidade sagital na região do mento e ponto B foi bastante similar nos dois Grupos (G1=67% e G2=60%), bem como as instabilidades e/ou remodelações, que quando ocorreram, tiveram magnitude entre 2 e 4 mm e direção predominante para inferior e posterior (Figura 21 C e D). Recidivas sagitais, isto é, movimentos efetivamente contrários aos movimentos cirúrgicos realizados, maiores que 3mm, foram observadas em 17% dos casos no Grupo 1 e em 20% no Grupo 2. Franco et

al. <sup>36</sup> (2013) relatou após 3 anos de acompanhamento movimentações e/ou remodelações do mento com a mesma direção do presente estudo (inferior e posterior), porém com magnitude inferior, de até 2 mm, em 17% dos casos. Esta diferença, como comentado anteriormente, provavelmente se deve ao padrão de crescimento não divergente da amostra e à magnitude de avanços menores.

Embora os grupos tenham apresentado comportamento semelhante 11 meses após a cirurgia no sentido sagital, o mesmo não pode ser dito com relação as translações laterais ocorridas. No Grupo 1, 25% dos Mentos e Pontos B transladaram lateralmente para a esquerda e 17% para direita, enquanto que no Grupo 2, 10% transladaram para a esquerda e 5% para direita. Observamos que essa translação lateral da mandíbula ocorrida em T3-T2, na grande maioria das vezes, foi contrária ao movimento cirúrgico realizado em T2-T1.

A menor frequência de instabilidade látero-medial da mandíbula no grupo submetido à cirurgia de reposicionamento dos discos articulares sugere ação protetora dos côndilos mandibulares com conseqüente menor instabilidade. Esse aspecto deve ser abordado em estudo futuro com amostra de pacientes Classe II subdivisão.

Figura 21 - Movimento predominante das ROIs mento e ponto B em ambos os grupos - A e B alteração cirúrgica (T2-T1) com direção anterior e superior. C e D deslocamento e/ou remodelações (T3-T2) com direção inferior e posterior



No segmento proximal (segmento que contém os ramos e côndilos), as mudanças cirúrgicas (T2-T1) promoveram deslocamentos diferentes entre os grupos. Nos 3 eixos de rotação (roll medial-roll lateral; yaw anterior-yaw posterior; pitch superior- pitch inferior) os movimentos foram bastante variados, enquanto que os movimentos translacionais (superior-inferior; medial-lateral; anterior-posterior), embora com direções diferentes entre os dois grupos, tiveram deslocamentos bastante previsíveis intra-grupo.

Os côndilos foram mensurados por regiões (polo medial, polo lateral, região superior e região pósterio-superior), seguindo a metodologia dos estudos tridimensionais mais recentes<sup>36, 42, 80, 81</sup>. Esta metodologia de subdividi-los em regiões difere dos trabalhos pioneiros de avaliação tridimensional de cirurgias ortognáticas, onde estes foram mensurados como uma única região<sup>19, 68, 69</sup>. Por terem sido considerados como uma única superfície, valores positivos e negativos foram atribuídos conforme ocorriam deslocamentos em sentidos opostos. No entanto, quando realizada as médias de tais deslocamentos, esses valores tendiam a zero devido a grande variabilidade, e minimizavam sua significância clínica<sup>68, 69</sup>.

Dessa forma, a subdivisão dos côndilos em regiões se justifica porque aumenta a precisão das análises quantitativas e qualitativas e também facilita o entendimento das complexas respostas adaptativas ao longo do tempo.

A metodologia empregada no presente estudo permitiu inferências a respeito dos deslocamentos espaciais e remodelações condilares, porém, devido a limitação já comentada a respeito do método de correspondência de forma, que não é capaz de decompor os vetores, somada ao fato das sobreposições terem sido realizadas sobre a base do crânio, a capacidade de diferenciação entre esses dois fenômenos foi afetada. Isto ocorreu porque a mandíbula é um osso móvel, e que pode ter se movimentado em relação as bases cranianas pré e pós-cirúrgicas. Mediante tal possibilidade, fica impossível dissociar-se com precisão, as remodelações dos reposicionamentos espaciais.

No Grupo 1, onde os pacientes não foram submetidos ao reposicionamento dos discos articulares, os côndilos deslocaram-se predominantemente para superior e para posterior imediatamente após a cirurgia (Figura 22). Este comportamento está de acordo com achados anteriores<sup>2, 19, 42, 69, 81</sup>. Já os indivíduos do Grupo 2 tiveram, neste período, seus côndilos deslocados predominante para inferior e anterior (Figura 23). Os sentidos opostos dos vetores no eixo de translação se devem ao procedimento de reposicionamento dos discos articulares<sup>101</sup>. Tal procedimento, realizado somente nos indivíduos do Grupo 2, necessita que o cirurgião faça um leve abaixamento dos côndilos (inferior e anterior) para

criar o espaço de reposicionamento. Este espaço criado, é então preenchido pela estrutura fibrocartilaginosa do disco articular que estava anteriorizado, provocando o deslocamento dos côndilos para inferior e anterior. Essa direção de movimentação nos côndilos foi também observada por Gonçalves et al.<sup>42</sup> (2013).

Após o avanço maxilo-mandibular associado a rotação anti-horária, desenvolveu-se pressão sobre o corpo mandibular em sentido contrário ao movimento cirúrgico. Esta reação, motivada pelos músculos supra-hioídeos e tecido conjuntivo peri mandibular, certamente não suplantou as fixações mandibulares porém gerou uma força de deslocamento de toda mandíbula para trás e para cima<sup>2, 5, 6, 7, 16, 32, 47, 52, 57, 100</sup>. Este fenômeno explica os movimentos condilares observados imediatamente após a cirurgia nos indivíduos pertencentes ao grupo 1 que não tiveram os discos articulares ancorados artificialmente aos côndilos mandibulares. Ainda não se tem explicação definitiva para o fato de que, indivíduos com discos articulares bem posicionados ou com deslocamentos incipientes manifestem o mesmo comportamento: translação superior e posterior dos côndilos mandibulares. Talvez esta pressão pós-cirúrgica sobre a mandíbula seja superior a capacidade mecânica dos feixes superior e inferior do tecido retro discal, que podem não dissipar ou até mesmo não suportar esta carga, e dessa maneira passarem a ser comprimidos contra a superfície posterior e superior da fossa mandibular. O presente estudo não incluiu ressonância magnética das ATMs após os procedimentos cirúrgicos, porque no Grupo 2, onde os pacientes receberam âncoras metálicas em titânio, as imagens apresentariam grande quantidade de artefatos, e prejudicariam sua interpretação. Recente estudo de caso clínico apresentado por Porciuncula et al.<sup>81</sup> (2014) exemplificou tal hipótese.

O comportamento previsível observado intra-grupos nos movimentos de translação dos côndilos não foram observados nos eixos de rotação. Os diferentes padrões de torque e inclinações observados em T2-T1 se devem as diferentes magnitudes dos avanços mandibulares e as diferentes morfologias condilares.

Nos indivíduos com reposicionamento dos discos articulares (Figura 23), o movimento condilar predominante foi para inferior, para anterior com roll medial, enquanto que nos indivíduos que não sofreram intervenções nas ATMs, os côndilos foram deslocados para posterior, superior com roll medial e yaw posterior do polo lateral (figura 22). Este deslocamento sugere que a presença dos discos em suas posições anatômicas não impediu o deslocamento tridimensional dos côndilos, retratando assim a carga adicional que a cirurgia de avanço maxilo-mandibular exerce sobre a ATM normal.

Figura 22 - Alterações Cirúrgicas dos côndilos no Grupo 1 - deslocamentos predominates para superior, posterior com roll medial e yaw posterior do polo lateral - A, B e C semi-transparências (branco=T1 e vermelho=T2) representando esses deslocamentos D, E e F mapa de vetores T2-T1

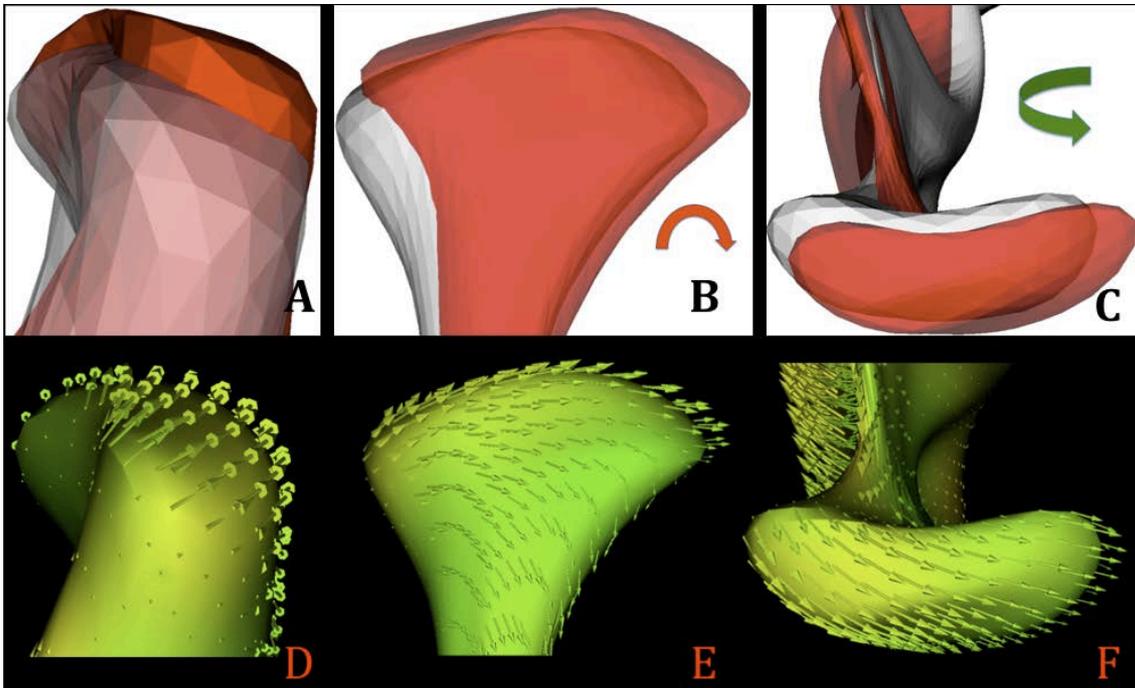
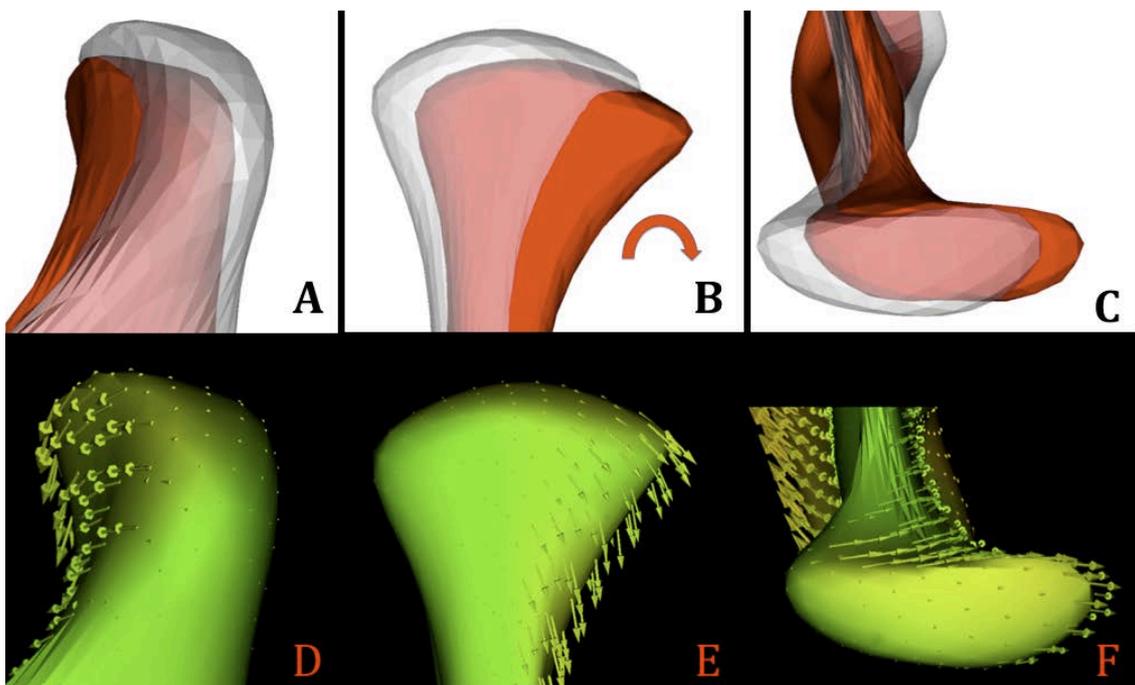


Figura 23 - Alterações Cirúrgicas dos côndilos no Grupo 2 - deslocamentos predominates para Inferior, anterior com roll medial - A, B e C semi-transparências (branco=T1 e vermelho=T2) representando esses deslocamentos. D, E e F mapa de vetores T2-T1



Carvalho et al. <sup>19</sup>(2010) avaliaram avanços mandibulares sem reposicionamento simultâneo dos discos articulares, e também encontraram deslocamentos condilares semelhantes aos do presente estudo, com deslocamentos para superior e posterior.

Uma análise mais mecanicista da articulação têmporomandibular concluiria que os movimentos cirúrgicos (T2-T1) observados, foram mais agressivos no Grupo 1 do que no Grupo 2, uma vez que o espaço articular tendeu a diminuir no primeiro Grupo. Esta alteração morfológica, por sua vez, têm sido utilizada como marcador para patologias intra-articulares <sup>51, 54, 94, 102.</sup> .

Onze meses após a cirurgia, no período de acompanhamento (T3-T2), observou-se que no Grupo 1 houveram reabsorções condilares em 42% dos côndilos, e diminuição do espaço articular em 25%. As regiões mais reabsorvidas foram as regiões superior e pósterio-superior do côndilo (Figura 24). Este fenômeno provavelmente está ligado ao reposicionamento condilar experimentado por este grupo por ocasião da cirurgia (em direção pósterio-superior). Franco et al. <sup>36</sup> (2013) avaliando as respostas adaptativas das cirurgias de avanços mandibulares de até 3 anos após, também observou deslocamento e/ou remodelação dos côndilos na região superior em 8% dos casos. A grande diferença no percentual encontrado entre o presente estudo e o de Franco et al. <sup>36</sup> (2013) pode estar relacionada a 3 características diferentes: 1- o tempo de acompanhamento pós cirúrgico que foi maior que no presente estudo, permitindo uma possível remodelação proliferativa e compensatória; 2- a magnitude menor dos avanços e a característica não vertical da amostra de Franco et al <sup>36</sup> (2013) e 3- o método de mensuração usado que, ao contrário do presente estudo, não utilizou a correspondência de superfícies (pacote SPHARM-PDM). É importante destacar que medidas de vetores de deslocamentos máximas geradas pelo SPHARM-PDM, terão valores nominais maiores que o deslocamento linear decomposto (Interactive Closest Points), já que os vetores representam resultantes dos deslocamentos ocorridos tridimensionalmente.

No Grupo 2, as reabsorções ocorreram em 70% dos côndilos e a diminuição do espaço articular em 55%, no entanto, estas reabsorções foram menores que as observadas no Grupo 1. Dos 70% de reabsorções condilares observadas no Grupo 2, 45% delas foram leves reabsorções ao redor das âncoras e somente 25% foram semelhantes as do Grupo 1, nas regiões superiores e pósterio-superiores (Figura 25). Gonçalves et al. <sup>42</sup> (2013), utilizando-se de parte da amostra do presente estudo, relataram prevalente neoformação óssea, de pelo menos 1,5mm, em algumas regiões do côndilo, após avanço maxilo-mandibular com simultâneo reposicionamento do disco articular. No presente estudo

observou-se um único indivíduo com neoformação óssea. Esta diferença entre dois estudos com a mesma amostra pode estar relacionada ao processo de homogeneização de superfície observado no pacote SPHARM-PDM utilizado no presente trabalho.

Figura 24 Padrão de deslocamento e/ou remodelação dos côndilos no Grupo 1 (T3-T2) - A, B e C semi-transparências (vermelho=T2 e azul=T3); setas indicando deslocamento e/ou reabsorção na região superior e pósterio-superior. D, E e F mapa de vetores em T3-T2

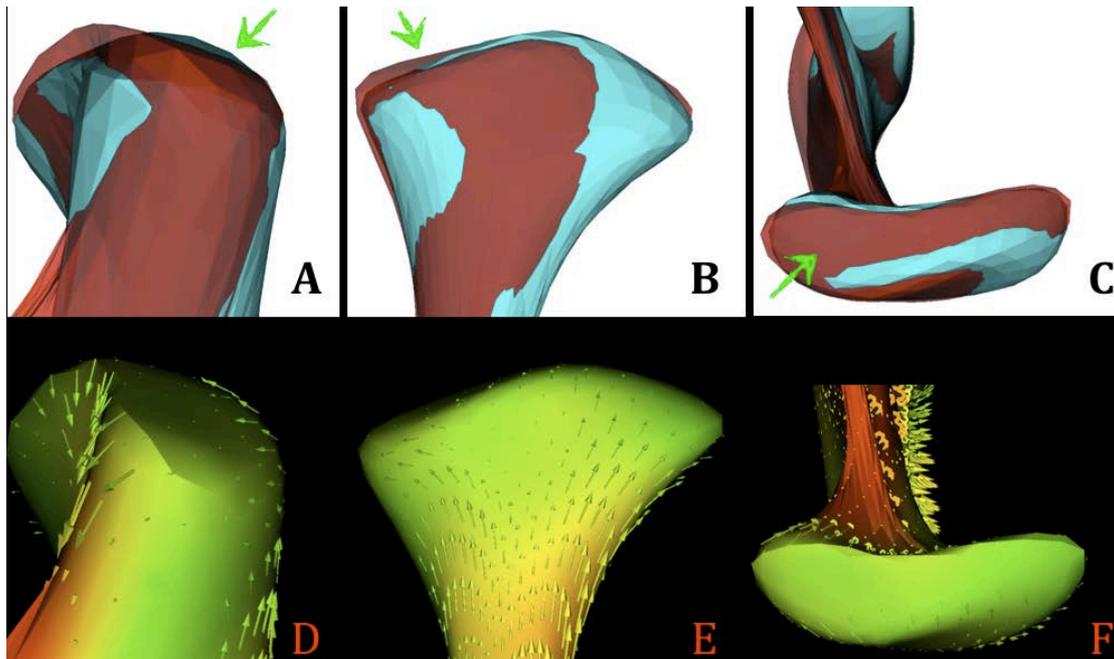
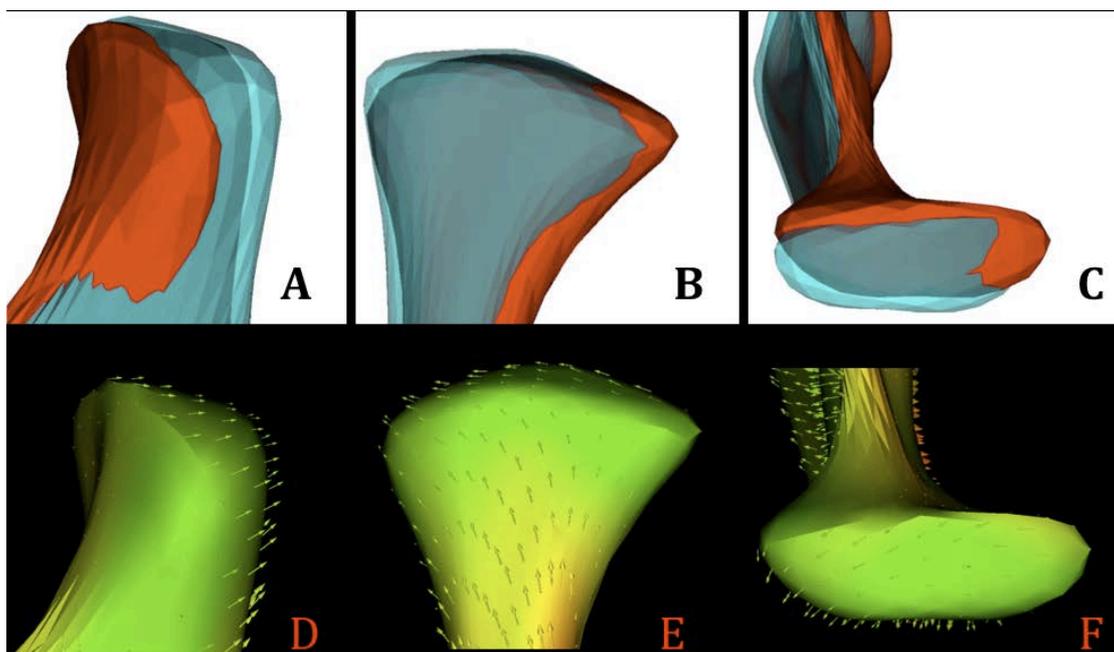


Figura 25 Padrão de deslocamento e/ou remodelação dos côndilos no Grupo 2 (T3-T2) - A, B e C semi-transparências (vermelho=T2 e azul=T3) evidenciando uma morfologia condilar mais preservada. D, E e F mapa de vetores T3-T2



Considerando uma visão geral dos dois grupos, em vista das mensurações realizadas e da análise subjetiva de cada caso, nota-se que o reposicionamento dos discos articulares foram benéficos a manutenção da estrutura morfológica dos côndilos mandibulares ao longo dos 11 meses de acompanhamento. Embora tenha-se comparado dois grupos distintos (somente um deles com ATMs normais), observou-se que o prognóstico do Grupo 2, foi melhor que no Grupo 1, uma vez que as reabsorções observadas foram de menor magnitude.

Embora a preservação da morfologia condilar tenha sido mais favorável no Grupo 2, ambos os grupos tiveram comportamento semelhante na estabilidade mandibular pós-cirúrgica (região do mento). Tal fato pode estar relacionado com as compensações ocorridas no espaço articular, que foram diminuídos com maior frequência no Grupo 2 durante o período de acompanhamento de no mínimo 11 meses. Com relação a este fato, acreditamos que possíveis hiperplasias dos tecidos retro disciais podem ter compensado a maior reabsorção condilar observada no Grupo 1, e assim, ter possibilitado a estabilidade semelhante da mandíbula entre os dois grupos. No entanto, esta possibilidade não foi possível de ser confirmada com ressonâncias magnéticas pós-cirúrgicas nem tampouco com as mensurações dos modelos condilares tridimensionais construídos com tomografias de feixe cônico já que, no presente estudo, utilizamos superposições globais (base do crânio) e não superposições regionais (na própria mandíbula).

Uma outra região avaliada no segmento proximal foi a região ínfero-posterior dos ramos (ROI Ramo). No Grupo 1, os movimentos cirúrgicos (T2-T1) deslocaram a ROI Ramo para superior, anterior, lateral com *roll* lateral (Figura 26 A,B,C e D). No Grupo 2, os deslocamentos predominantes foram anterior com *roll* lateral (Figura 27 A,B,C e D). Estes achados são semelhantes aos de Carvalho et al.<sup>19</sup> (2010), que também relataram torque na região do ramo para lateral. Observou-se também que quanto maior foi o avanço mandibular, maior foi o torque na região dos ramos. Isto ocorre devido o formato parabólico da mandíbula, que ao ter seu segmento distal avançado, este passa a ter sua região mais larga em contato com uma região mais estreita do segmento proximal, e desta maneira induz o torque na região dos ramos e côndilos. Os cirurgiões procuram sempre fixar o segmento distal ao proximal de forma passiva, e para isso eliminam eventuais interferências porém, o presente estudo demonstrou que mesmo fazendo essas manobras, os torques na região dos ramos e dos côndilos ocorreram com bastante frequência e independente do controle do cirurgião que executa o procedimento.

Quantitativamente, o deslocamento dos ramos em T2-T1 foram estatisticamente maiores no Grupo 2 devido aos maiores avanços realizados nesse grupo e devido ao espaço ocupado pelo disco articular reposicionado. Com relação as respostas adaptativas (T3-T2) não houveram diferenças estatísticas entre os grupos.

Na análise qualitativa foi observada uma tendência de deslocamento e/ou remodelação no sentido contrário ao deslocamento provocado pela cirurgia. Em ambos os grupos a direção do deslocamento predominante da ROI Ramo foi em direção medial com Roll medial (Figuras 26 e 27 E,F,G e H).

Uma explicação para as adaptações observadas nos eixos de rotação podem ser creditadas à reação de contração pós cirúrgica dos músculos pterigóideos mediais, que podem ter sofrido algum tipo de estiramento durante o movimento cirúrgico mediante o torque lateral observado na região do ramo mandibular, principalmente em sua porção mais inferior e posterior. Considerando que a origem do pterigóideo medial encontra-se na fossa pterigóidea do osso esfenoide, o movimento lateral da porção inferior do segmento proximal exerce ação direta sobre este músculo. É importante lembrar que a rotação anti-horária da maxila não diminui tal fenômeno uma vez que a osteotomia LeFort I não inclui a fossa pterigóidea que fica em sua posição original no osso esfenóide fixado na base craniana <sup>13, 32</sup>. Nem tampouco a osteotomia sagital de mandíbula utilizada no presente estudo interferiu com a inserção do músculo pterigóideo medial, já que a osteotomia da base mandibular é interrompida anteriormente à tuberosidade pterigóidea da mandíbula (1/3 inferior da face medial do ramo mandibular). Assim, a hipótese de reação ao estiramento do pterigóideo medial torna-se plausível como possível explicação para o deslocamento e/ou remodelação da região do ramo durante o período de acompanhamento pós-cirúrgico (T3-T2) <sup>14, 31</sup>.

Na tentativa de correlacionar indicadores de instabilidade que pudessem ter ocorrido durante a cirurgia, utilizou-se a correlação de Pearson entre as diferenças observadas no intervalo cirúrgico (T2-T1) com as diferenças observadas no período de acompanhamento pós-cirúrgico (T3-T2). Somente foram consideradas as correlações significantes positivas e negativas maiores que 0,70.

As correlações foram importantes somente no Grupo 1 e entre as ROI Postcond (T2-T1) com a ROI Ramo em T3-T2 e ROI Ramo (T2-T1) com ROI Ramo em T3-T2. Entre a ROI Postcond (T2-T1) e a ROI Ramo (T3-T2) a correlação positiva (0,71  $p < 0,01$ ) evidenciou que quanto mais supero-posteriormente foi deslocado o côndilo durante a cirurgia, mais lateralmente foi deslocado a Região do Ramo. E a correlação negativa (-0,83  $p < 0,01$ ) entre

a ROI Ramo (T2-T1) com a ROI Ramo (T3-T2) confirmou a análise qualitativa, onde observamos uma tendência de deslocamento e/ou remodelação no sentido contrário ao deslocamento provocado pela cirurgia. Isto é, quanto mais lateralmente o ramo (fragmento proximal) foi deslocado pela cirurgia, mais medialmente ele se movimentou no período de acompanhamento pós-cirúrgico.

É importante ressaltar que o foco principal do presente estudo foi avaliar o comportamento mandibular. Incluiu-se uma região de interesse na região anterior da maxila para permitir a identificação de comportamentos associados que pudessem ocorrer entre esta e a mandíbula, já que todos os indivíduos da amostra foram submetidos a cirurgia bimaxilar.

O movimento cirúrgico (T2-T1), realizado na ROI MaxAnt foi predominantemente em direção anterior e superior (Figura 28), o que demonstra a lógica do planejamento cirúrgico para o paciente de padrão vertical que necessita de redução da altura facial anterior inferior e muitas vezes também da diminuição da relação lábio-dente superior. Os dois grupos apresentaram amplitudes de movimentos semelhantes uma vez que não houve diferenças significantes entre eles durante o período cirúrgico. Os valores médios observados nas tabelas 9 e 10 são superiores a relatos anteriores onde indivíduos com padrão facial vertical também foram tratados com cirurgia bimaxilar e rotação anti-horária do plano oclusal <sup>41</sup>. Este fato deve-se ao método utilizado onde as mensurações foram feitas nos vetores máximos e não nos valores decompostos nos 3 planos espaciais como já mencionado anteriormente. A instabilidade pós-cirúrgica da maxila não foi diferente nos dois Grupos experimentais mas foi surpreendentemente ampla em ambos os grupos. Tal amplitude aumentada deve estar ligada ao mesmo fato citado acima (medida de vetores máximos). A instabilidade maxilar em sua região anterior, que ocorreu em direção inferior e posterior (Figura 29) pode estar ligada a remodelação desta região relacionado à mecânica ortodôntica pós-cirúrgica que provavelmente trabalhou para compensar a instabilidade anteroposterior da mandíbula, com movimento dento-alveolar posterior e inferior da região anterior da maxila.

Figura 26 Movimento predominante da ROI Ramo no Grupo 1 - A,B,C e D alteração cirúrgica (T2-T1) com direção superior, anterior, lateral com roll lateral. E,F,G e H deslocamento e/ou remodelações em direção medial com roll medial (T3-T2).

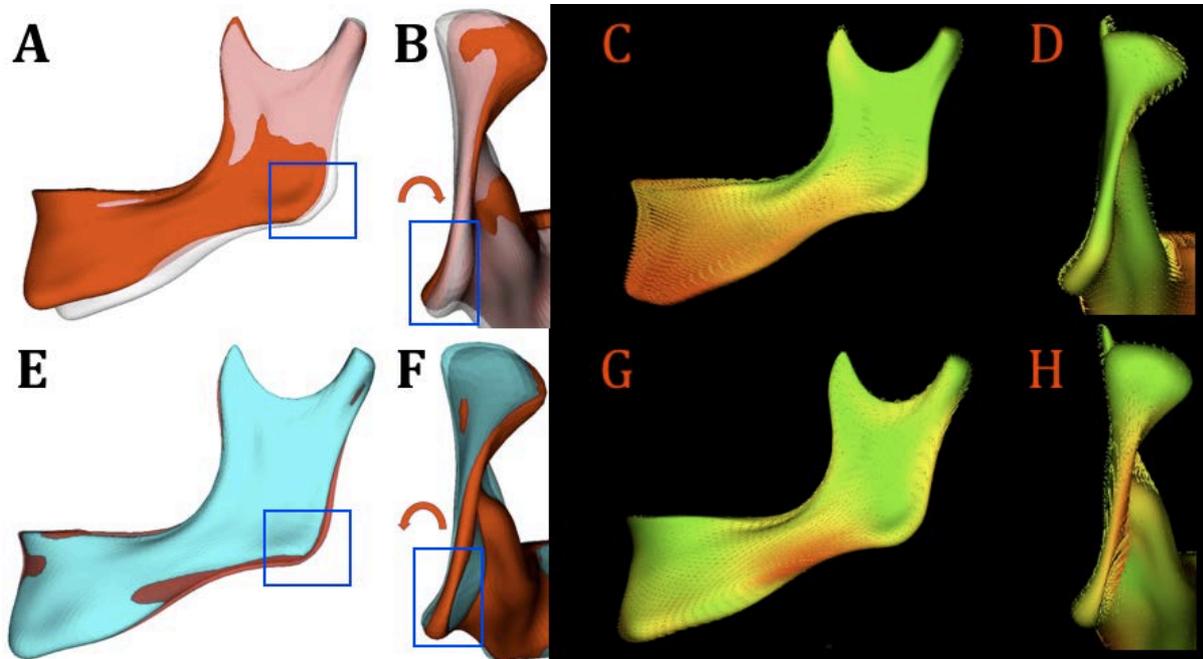


Figura 27 Deslocamento predominante da ROI Ramo no Grupo 2 - A,B,C e D deslocamento para anterior com roll lateral. E,F,G e H deslocamento e/ou remodelação em direção medial com roll medial.

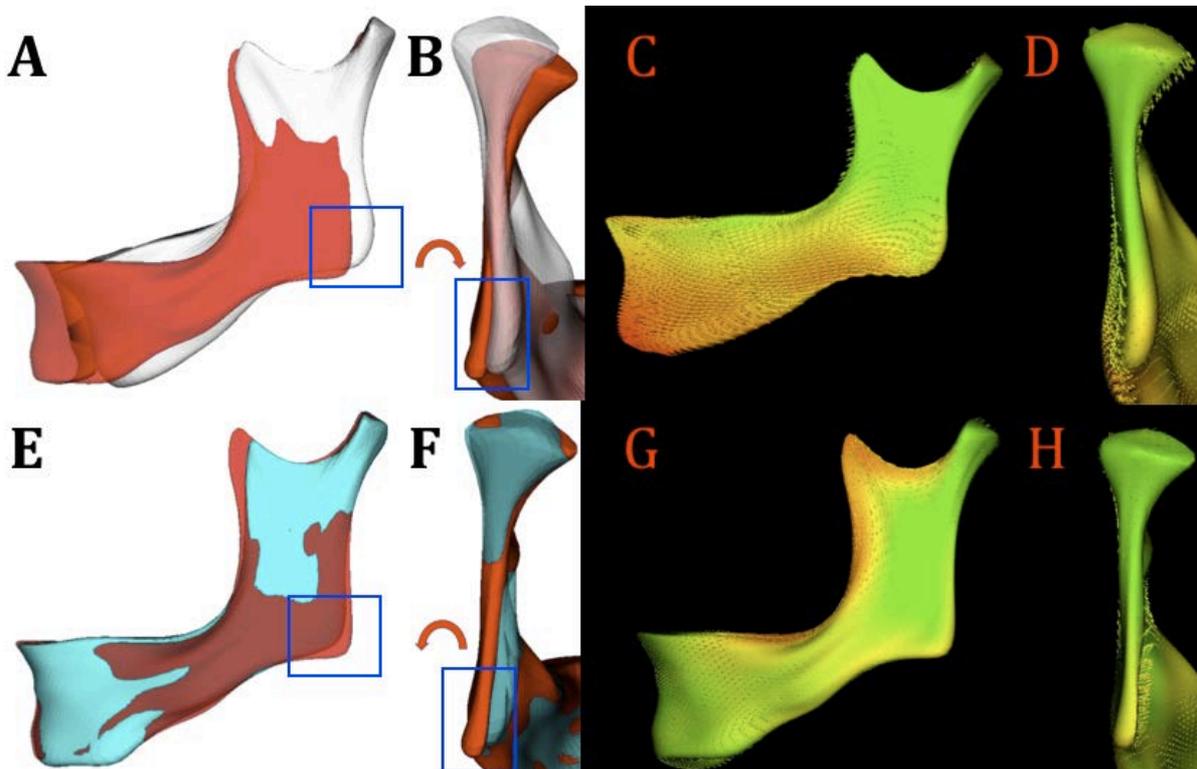


Figura 28 - Movimento predominante da ROI MaxAnt em ambos os grupos - A e B alteração cirúrgica (T2-T1) com direção anterior e superior. C e D mapa de vetores (T2-T1).

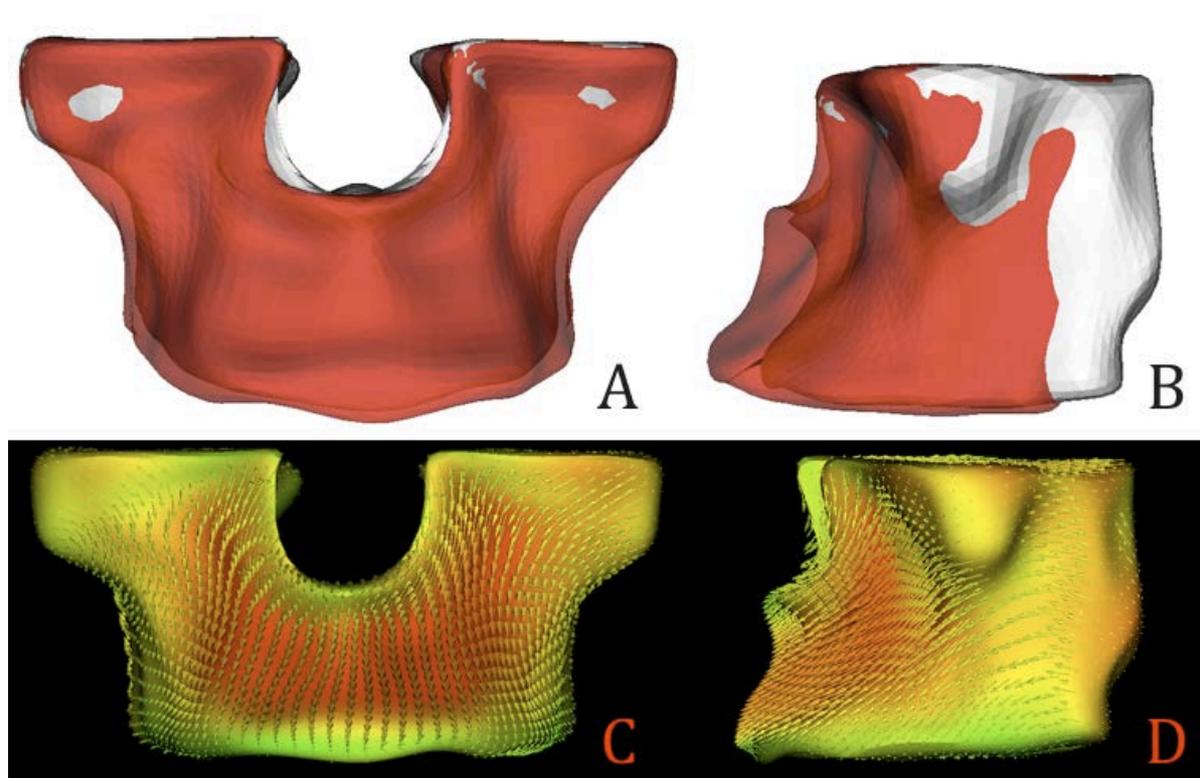
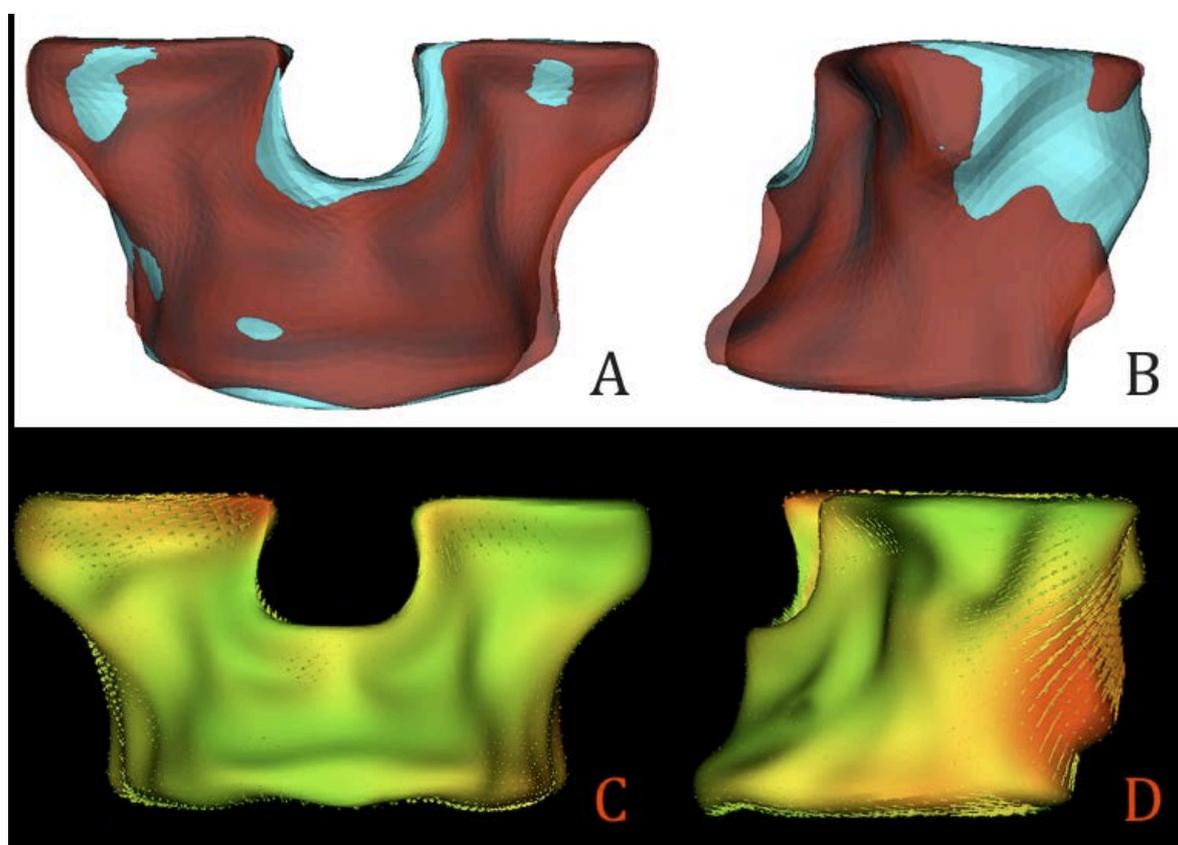


Figura 29 - Movimento predominante da ROI MaxAnt em ambos os grupos - A e B deslocamentos e/ou remodelações (T3-T2) com direção inferior e posterior. C e D mapa de vetores (T3-T2).



**CONCLUSÃO**

## ***7 Conclusão***

Mediante a metodologia utilizada, é possível concluir que:

- Cirurgias de avanço maxilo-mandibular com rotação anti-horária do plano oclusal apresentaram instabilidades em aproximadamente 20% dos indivíduos.
- A cirurgia ortognática de avanço maxilo-mandibular e rotação anti-horária do plano oclusal altera a posição espacial dos côndilos mandibulares, que frequentemente deslocam-se em direção medial e com grande variabilidade de movimentos rotacionais associados.
- Os côndilos deslocados pelas cirurgias ortognáticas tiveram sentidos opostos entre os grupos avaliados. O reposicionamento dos discos articulares levou os côndilos mandibulares a transladarem em direção anterior e inferior.

# REFERÊNCIAS

**8 Referências \***

1. Ahmad M, Hollender L, Anderson Q, Kartha K, Ohrbach R, Truelove EL, et al. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (rdc/tmd): development of image analysis criteria and examiner reliability for image analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 107(6): 844-60.
2. Alder ME, Deahl ST, Matteson SR, Van Sickels JE, Tiner BD, Rugh JD. Short-term changes of condylar position after sagittal split osteotomy for mandibular advancement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999; 87(2): 159-65.
3. Alhadidi A, Cevidanes LH, Paniagua B, Cook R, Festy F, Tyndall D. 3D quantification of mandibular asymmetry using the spharm-pdm tool box. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2012; 7(2): 265-71.
4. Angle AD, Rebellato J, Sheats RD. Transverse displacement of the proximal segment after bilateral sagittal split osteotomy advancement and its effect on relapse. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007; 65(1): 50-9.
5. Arnett GW, Milam SB, Gottesman L. Progressive mandibular retrusion--idiopathic condylar resorption. Part I. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996; 110(1): 8-15.
6. Arnett GW, Milam SB, Gottesman L. Progressive mandibular retrusion-idiopathic condylar resorption part II. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996; 110(2): 117-27.
7. Arnett GW, Gunson MJ. Risk factors in the initiation of condylar resorption. *Semin Orthod.* 2013; 19(2): 81-8.
8. Bailey LJ, Proffit WR, White R Jr. Assessment of patients for orthognathic surgery. *Semin Orthod.* 1999; 5(4): 209-22.
9. Bailey LJ, Haltiwanger LH, Blakey GH, Proffit WR. Who seeks surgical-orthodontic treatment: a current review. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 2001; 16(4): 280-92.
10. Bailey L, Cevidanes LH, Proffit WR. Stability and predictability of orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 126(3): 273-7.

---

\*De acordo com o manual da FOAr/UNESP, adaptadas das normas Vancouver. Disponível no site: <http://www.foar.unesp.br/#!/biblioteca/manual>

11. Barghan S, Tetradis S, Mallya S. Application of cone beam computed tomography for assessment of the temporomandibular joints. *Aust Dent J.* 2012; 57(1): 109-18.
12. Becktor JP, Rebellato J, Sollenius O, Vedtofte P, Isaksson S. Transverse displacement of the proximal segment after bilateral sagittal osteotomy: a comparison of lag screw fixation versus miniplates with monocortical screw technique. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002; 66(1): 104-11.
13. Bettega G, Cinquin P, Lebeau J, Rapha B. Computer-assisted orthognathic surgery: clinical evaluation of a mandibular condyle repositioning system. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002 ; 60(1) : 27-34.
14. Beukes J, Reyneke JP, Becker PJ. Medial pterygoid muscle and stylomandibular ligament: the effects on postoperative stability. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013; 42(1): 43-8.
15. Borstlap WA, Stoelinga PJ, Hoppenreijts TJ, van't Hof MA. Stabilisation of sagittal split advancement osteotomies with miniplates: a prospective, multicentre study with two-year follow-up part III condylar remodelling and resorption. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2004; 33(7): 649-55.
16. Bouwman JP, Kerstens HC, Tuinzing DB. Condylar resorption in orthognathic surgery. The role of intermaxillary fixation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1994; 78(2): 138-41.
17. Cai X-Y, Jin J-M, Yang C. Changes in disc position, disc length, and condylar height in the temporomandibular joint with anterior disc displacement: a longitudinal retrospective magnetic resonance imaging study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011; 69(11): e340-6.
18. Carlson DS. Theories of craniofacial growth in the postgenomic era. *Semin Orthod.* 2005; 11(4): 172-83.
19. Carvalho FA, Cevidanes LH, Da Motta AT, Almeida MA, Phillips C. Three-dimensional assessment of mandibular advancement 1 year after surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137(4): e1-12.
20. Cevidanes LH, Bailey LJ, Tucker GR, Styner MA, Mol A, Phillips CL, Proffit WR. Superimposition of 3D cone-beam ct models of orthognathic surgery patients. *Dentomaxillofac Radiol.* 2005; 34(6): 369-75.
21. Cevidanes LH, Styner MA, Proffit WR. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 129(5): 611-8.

22. Cevidanes LH, Bailey LJ, Tucker SF, Styner MA, Mol A, Phillips CL, Proffit WR, Turvey T. Three-dimensional cone-beam computed tomography for assessment of mandibular changes after orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 131(1): 44-50.
23. Cevidanes L, Oliveira AE, Motta A, Phillips C, Burke B. Head orientation in CBCT-generated cephalograms. *Angle Orthod.* 2009; 79(5): 971-7.
24. Cevidanes LHS, Hajati a-K, Paniagua B, Lim PF, Walker DG, Falconet G, et al. Quantification of condylar resorption in temporomandibular joint osteoarthritis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 110(1): 110-7.
25. Cevidanes LHS, Alhadidi A, Paniagua B, Styner M, Ludlow J, Mol A, et al. Three-dimensional quantification of mandibular asymmetry through cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod .* 2011; 111(6): 757-70.
26. Cevidanes LHC, Oliveira AEF, Grauer D, Styner M, Proffit WR. Clinical application of 3D imaging for assessment of treatment outcomes. *Semin Orthod.* 2011; 17(1): 72-80.
27. Chapuis J, Schramm A, Pappas I, Hallermann W, Schwenzer-Zimmerer K, Langlotz F, et al. A new system for computer-aided preoperative planning and intraoperative navigation during corrective jaw surgery. *IEEE Trans Inf Technol Biomed.* 2007; 11(3): 274-87.
28. Chirani RA, Jacq J-J, Meriot P, Roux C. Temporomandibular joint: a methodology of magnetic resonance imaging 3-D reconstruction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004; 97(6): 756-61.
29. De Clercq CA, Neyt LF, Mommaerts MY, Abeloos JV, De Mot BM. Condylar resorption in orthognathic surgery: a retrospective study. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1994; 9(3): 233-40.
30. Costa F, Robiony M, Toro C, Sembronio S, Polini F, Politi M. Condylar positioning devices for orthognathic surgery: a literature review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008 ; 106(2): 179-90.
31. Dicker GJ, Koolstra JH, Castelijns JA, Van Schijndel RA, Tuinzing DB. Positional changes of the masseter and medial pterygoid muscles after surgical mandibular advancement procedures: an MRI study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012; 41(8): 922-9.

32. Dicker GJ, Tuijt M, Koolstra JH, Van Schijndel RA, Castelijns JA, Tuinzing DB. Static and dynamic loading of mandibular condyles and their positional changes after bilateral sagittal split advancement osteotomies. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012 ; 41(9): 1131-6.
33. Draenert FG, Erbe C, Zenglein V, Kämmerer PW, Wriedt S, Al Nawas B. 3D analysis of condylar position after sagittal split osteotomy of the mandible in mono- and bimaxillary orthognathic surgery - a methodology study in 18 patients. *J Orofac Orthop.* 2010; 71(6): 421-9.
34. Emshoff R, Moriggl A, Rudisch A, Laimer K, Neunteufel N, Crismani A. Are temporomandibular joint disk displacements without reduction and osteoarthritis important determinants of mandibular backward positioning and clockwise rotation? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011; 111(4): 435-41.
35. Flores-Mir C, Nebbe B, Heo G, Major PW. Longitudinal study of temporomandibular joint disc status and craniofacial growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 130(3): 324-30.
36. Franco A, Cevidanes LH, Phillips C, Rossouw PE, Turvey T, Carvalho FDAR. Long-term 3-dimensional stability of mandibular advancement surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013; 71(9): 1588-97.
37. Gerig G, Styner M, Jones D, Weinberger D, Lienerman J. Shape analysis of brain ventricles using spharm. *MMBIA.* 2001. Proceedings of the 5th IEEE. Workshop on Mathematical Methods in Biomedical Image Analysis; 2001 Dec 9-10; Kauai Hawaii. Kauai:MMBIA ;2001 p.171-8. Available from <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=991731>
38. Gerig G, Styner M, Shenton ME, Lieberman J. A. Shape versus size: improved understanding of the morphology of brain structures. In: Niessen W, Viergever MA, editors. *MICCAI 2001. Proceedings of the 4th International Conference Utrecht; 2001 Oct 14-17; The Netherlands.* Berlin: Springer-Verlag; 2001. p.24-32.
39. Gerressen M, Stockbrink G, Smeets R, Riediger D, Ghassemi A. Skeletal stability following bilateral sagittal split osteotomy (BSSO) with and without condylar positioning device. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007; 65(7): 1297-302.
40. Gill DS, El Maaytah M, Naini FB. Risk factors for post-orthognathic condylar resorption: a review. *World J Orthod.* 2008; 9(1): 21-5.

41. Gonçalves JR, Cassano DS, Wolford LM, Santos-Pinto A, Márquez IM. Postsurgical stability of counterclockwise maxillomandibular advancement surgery: affect of articular disc repositioning. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 66(4): 724-38.
42. Goncalves JR, Wolford LM, Cassano DS, da Porciuncula G, Paniagua B, Cevidanes LH. Temporomandibular joint condylar changes following maxillomandibular advancement and articular disc repositioning. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013 ;71(10): 1759 e1-e15.
43. Grauer D, Cevidanes LS, Proffit WR. Working with DICOM craniofacial images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 136(3): 460-70.
44. Gunson MJ, Arnett GW, Milam SB. Pathophysiology and pharmacologic control of osseous mandibular condylar resorption. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012; 70(8): 1918-34.
45. Hajeer MY, Ayoub AF, Millett DT, Bock M, Siebert JP. Three-dimensional imaging in orthognathic surgery: the clinical application of a new method. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 2002; 17(4): 318–30.
46. Halazonetis DJ. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 127(5): 627–37.
47. Harris MD, Van Sickels JE, Alder M. Factors influencing condylar position after the bilateral sagittal split osteotomy fixed with bicortical screws. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999; 57(6): 650–4
48. Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 128(6): 803-11.
49. Hoppenreijts TJM, Maal T, Xi T. Evaluation of condylar resorption before and after orthognathic surgery. *Semin Orthod.* 2013; 19(2): 106–15.
50. Hwang SJ, Haers PE, Zimmermann A, Oechslin C, Seifert B, Sailer HF. Surgical risk factors for condylar resorption after orthognathic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000; 89(5): 542-52
51. Incesu L, Taşkaya-Yilmaz N, Oğütçen-Toller M, Uzun E. Relationship of condylar position to disc position and morphology. *Eur J Radiol.* 2004; 51(3): 269-73.
52. Joss CU, Vassalli IM. Stability after bilateral sagittal split osteotomy advancement surgery with rigid internal fixation: a systematic review. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009; 67(2): 301–13.

53. Kapila S, Conley RS, Harrell WE. The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. *Dentomaxillofac Radiol* 2011; 40(1): 24–34.
54. Katzberg RW, Tallents RH. Normal and abnormal temporomandibular joint disc and posterior attachment as depicted by magnetic resonance imaging in symptomatic and asymptomatic subjects. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005; 63(8): 1155–61.
55. Kawamata A, Fujishita M, Nagahara K, Kanematu N, Niwa K, Langlais RP. Three-dimensional computed tomography evaluation of postsurgical condylar displacement after mandibular osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998; 85 (4): 371-6.
56. Kersey ML, Nebbe B, Major PW. Temporomandibular joint morphology changes with mandibular advancement surgery and rigid internal fixation: a systematic literature review. *Angle Orthod.* 2003; 73(1): 79–85.
57. Kim Y-J, Oh K-M, Hong J-S, Lee J-H, Kim H-M, Reyes M, et al. Do patients treated with bimaxillary surgery have more stable condylar positions than those who have undergone single-jaw surgery? *J Oral Maxillofac Surg.* 2012; 70(9): 2143–52.
58. Kimos P, Nebbe B, Heo G, Packota G, Major PW. Changes in temporomandibular joint sagittal disc position over time in adolescents: a longitudinal retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 136(2): 185–91.
59. Kobayashi T, Izumi N, Kojima T, Sakagami N, Saito I, Saito C. Progressive condylar resorption after mandibular advancement. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2012; 50(2): 176-80.
60. Laney TJ, Kaplan PA, Tu HK, Lydiatt DD. Normal and abnormal temporomandibular joints: quantitative evaluation of inferior joint space arthrography. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1987; 16(3): 305-11.
61. Lee W, Park JU. Three-dimensional evaluation of positional change of the condyle after mandibular setback by means of bilateral sagittal split ramus osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002; 94(3): 305–9.
62. Maal TJ, de Koning MJ, Plooiij JM, Verhamme LM, Rangel FA, Bergé SJ, Borstlap WA. One year postoperative hard and soft tissue volumetric changes after a BSSO mandibular advancement. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012; 41(9): 1137-45.
63. Mah J, Hatcher D. Three-dimensional craniofacial imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 126(3): 308–9.

64. Mccance AM, Moss JP, Fright WR, James DR, Linney AD. A three dimensional analysis of soft and hard tissue changes following bimaxillary orthognathic surgery in skeletal III patients. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1992; 30(5): 305-12.
65. Mehra P, Wolford LM, The Mitek mini anchor for TMJ disc repositioning: surgical technique and results. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2001; 30(6): 497-503.
66. Milano V, Desiate A, Bellino R, Garofalo T. Magnetic resonance imaging of temporomandibular disorders: classification, prevalence and interpretation of disc displacement and deformation. *Dentomaxillofac Radiol.* 2000; 29(6): 352-61.
67. Miller AJ, Maki K, Hatcher DC. New diagnostic tools in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 126(4): 395-6.
68. Motta ATS Da, de Assis Ribeiro Carvalho F, Cevidanes LHS, de Oliveira Almeida MA. Assessment of mandibular advancement surgery with 3D CBCT models superimposition. *Dental Press J Orthod.* 2010; 15(1): 45e1-12.
69. Motta AT, Cevidanes LH, Carvalho FA, Almeida MA, Phillips C. Three-dimensional regional displacements after mandibular advancement surgery: one year of follow-up. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011; 69(5): 1447-57.
70. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol.* 1998; 8(9): 1558-64.
71. Nebbe B, Major PW, Prasad Ng. Female adolescent facial pattern associated with TMJ disk displacement and reduction in disk length: part I. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 116(2): 168-76.
72. Nebbe B, Major PW, Prasad N g. Male adolescent facial pattern associated with TMJ disk displacement and reduction in disk length: Part II. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 116(3): 301-7.
73. Nguyen T, Cevidanes L, Paniagua B, Zhu H, Koerich L, De Clerck H. Use of shape correspondence analysis to quantify skeletal changes associated with bone-anchored Class III correction. *Angle Orthod.* 2013 Jul 25. [Epub ahead of print]
74. Oguz I, Gerig G, Barre S, Styner M. KWMeshVisu : a mesh visualization tool for shape analysis. *Insight J.* 2006; MICCAI Open Science Workshop. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1926/220> .
75. Okumura H, Chen LH, Tsutsumi S, Oka M. Three-dimensional virtual imaging of facial skeleton and dental morphologic condition for treatment planning in orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 116(2): 126-31.

76. De Oliveira AEF, Cevidanes LHS, Phillips C, Motta A, Burke B, Tyndall D. Observer reliability of three-dimensional cephalometric landmark identification on cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 107(2): 256–65.
77. Ono I, Ohura T, Narumi E, Kawashima K, Matsuno I, Nakamura S, et al. Three-dimensional analysis of craniofacial bones using three-dimensional computer tomography. *J Craniomaxillofac Surg.* 1992; 20(2): 49–60.
78. Paniagua B, Cevidanes L, Zhu H, Styner M. Outcome quantification using SPHARM-PDM toolbox in orthognathic surgery. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2011; 6(5): 617-26.
79. Park SB, Yang YM, Kim YI, Cho BH, Jung YH, Hwang DS. Effect of bimaxillary surgery on adaptive condylar head remodeling: metric analysis and image interpretation using cone-beam computed tomography volume superimposition. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012; 70(8): 1951-9.
80. De Paula LK, Ruellas AC, Paniagua B, Styner M, Turvey T, Zhu H, Wang J, Cevidanes LH. One-year assessment of surgical outcomes in Class III patients using cone beam computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013; 42(6): 780-9.
81. Porciuncula GM, Paula LK, Eidson L, Gandini LG, Gonçalves JR. Can CBCT superimposition help orthodontists to better understand relapse in surgical patients? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014. No prelo.
82. Proffit WR, Phillips C, Dann C 4th. Who seeks surgical-orthodontic treatment? *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1990; 5(3): 153-60.
83. Proffit WR, White RP Jr. Who needs surgical-orthodontic treatment? *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1990; 5(2): 81-9.
84. Proffit WR, Phillips C, Tulloch JF, Medland PH. Surgical versus orthodontic correction of skeletal Class II malocclusion in adolescents: effects and indications. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1992; 7(4): 209-20.
85. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C. Orthognathic surgery: a hierarchy of stability. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1996; 11(3):191.
86. Proffit WR, Turvey T a, Phillips C. The hierarchy of stability and predictability in orthognathic surgery with rigid fixation: an update and extension. *Head Face Med.* 2007; 3: 21.

87. Proffit WR, Phillips C, Turvey T a. Long-term stability of adolescent versus adult surgery for treatment of mandibular deficiency. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010; 39(4): 327–32.
88. Saccucci M, Polimeni A, Festa F, Tecco S. Do skeletal cephalometric characteristics correlate with condylar volume, surface and shape? A 3D analysis. *Head Face Med.* 2012; 8(1): 15.
89. Schilling J, Gomes LCR, Benavides E, Nguyen T, Paniagua B, Styner M, et al. Regional 3D superimposition to assess temporomandibular joint condylar morphology. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013; 43 (1): 20130273.
90. Sidebottom AJ. Current thinking in temporomandibular joint management. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2009; 47(2): 91–4.
91. Stratemann SA, Huang JC, Maki K, Hatcher DC, Miller AJ. Evaluating the mandible with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137(4): 58-70.
92. Styner M, Lieberman JA, McClure RK, Weinberger DR, Jones DW, Gerig G. Morphometric analysis of lateral ventricles in schizophrenia and healthy controls regarding genetic and disease-specific factors. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2005; 102(13): 4872-7.
93. Styner M, Oguz I, Xu S, Brechbühler C, Pantazis D, Levitt JJ, Shenton ME, Gerig G. Framework for the statistical shape analysis of brain structures using spharm-pdm. *Insight J.* 2006; (1071): 242-50.
94. Uchiyama Y, Murakami S, Furukawa S. Temporomandibular joints in patients with rheumatoid arthritis using magnetic resonance imaging. *Clin Rheumatol.* 2013; 32(11): 1613-8.
95. Venugoplan SR, Nanda V, Turkistani K, Desai S, Allareddy V. Discharge patterns of orthognathic surgeries in the United States. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012; 70(1): e77-86.
96. Watzke IM, Turvey T a., Phillips C, Proffit WR. Stability of mandibular advancement after sagittal osteotomy with screw or wire fixation: a comparative study. *J Oral Maxillofac Surg.* 1990; 48(2): 108–21.
97. Wolford LM, Bennett MA, Rafferty CG. Modification of the mandibular ramus sagittal split osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1987; 64(2): 146-55.
98. Wolford LM, Cardenas L. Idiopathic condylar resorption: diagnosis, treatment protocol, and outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 116(6): 667-77.

99. Wolford LM. Idiopathic condylar resorption of the temporomandibular joint in teenage girls (cheerleaders syndrome). *Proc (Bayl Univ Med Cent)*. 2001;14(3):246-52.
100. Wolford LM, Reiche-Fischel O, Mehra P. Changes in temporomandibular joint dysfunction after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg*. 2003; 61(6):655-60;
101. Wolford LM. Concomitant temporomandibular joint and orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg*. 2003; 61(10): 1198-204.
102. Yamada K, Tsuruta A, Hanada K, Hayashi T. Morphology of the articular eminence in temporomandibular joints and condylar bone change. *J Oral Rehabil*. 2004; 31(5): 438-44.
103. Yang IH, Moon BS, Lee SP, Ahn SJ. Skeletal differences in patients with temporomandibular joint disc displacement according to sagittal jaw relationship. *J Oral Maxillofac Surg*. 2012; 70(5):e349-60.
104. You MS, Yang HJ, Hwang SJ. Postoperative functional remodeling of preoperative idiopathic condylar resorption: a case report. *J Oral Maxillofac Surg*. 2011; 69(4):1056-63.
105. Yushkevich PA, Piven J, Hazlett HC, Smith RG, Ho S, Gee JC, et al. User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: significantly improved efficiency and reliability. *NeuroImage*. 2006; 31(3): 1116-28.

**ANEXO**

## Anexo

### Dados do Projeto de Pesquisa

**Título da Pesquisa:** Osteoartrite da Articulação Temporomandibular. Padrão de Reabsorção Condilar e Variabilidade Morfológica, Influência da Osteotomia Sagital bilateral de Mandíbula para Avanço e Reposicionamento dos Discos Articulares

**Pesquisador:** João Roberto Gonçalves

**Área Temática:** Pesquisas com coordenação e/ou patrocínio originados fora do Brasil, excetuadas aquelas com copatrocínio do Governo Brasileiro;

**Versão:** 3

**CAAE:** 01125412.2.0000.5416

**Submetido em:** 20/03/2013

**Instituição Proponente:** Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

**Situação:** Aprovado

**Localização atual do Projeto:** Pesquisador Responsável

**Patrocinador Principal:** Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP



FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE  
ARARAQUARA - UNESP



### COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Osteoartrite da Articulação Temporomandibular. Padrão de Reabsorção Condilar e Variabilidade Morfológica, Influência da Osteotomia Sagital bilateral de Mandíbula para Avanço e Reposicionamento dos Discos Articulares

**Pesquisador:**

**Versão:**

**CAAE:** João Roberto Gonçalves

3

01125412.2.0000.5416

**Instituição Proponente:** Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

#### DADOS DO COMPROVANTE

**Número do Comprovante:** 040532/2012

**Patrocinador Principal:** Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

# APÊNDICE

Apêndice 1\_Porcentagem de pacientes segundo a direção e a intensidade do deslocamento – Grupo 1

medida	n	deslocamento em mm					maior que 4
		menor que -4	entre -4 e -2	entre -2 e 0	entre 0 e 2	entre 2 e 4	
MentoT2T1	11						100,0
Ponto B T2T1	11					9,1	90,9
MX_Ant_T2T1	12		8,3			16,7	75,0
Lramo T2T1	10	10,0				20,0	70,0
Lpololat T2T1	12		25,0	16,7	8,3	25,0	25,0
Lpolomed T2T1	12	8,3	8,3		33,3	50,0	
LSupCond T2T1	12		8,3	8,3	16,7	33,3	33,3
LpostCond T2T1	12			8,3	16,7	50,0	25,0
Rramo T2T1	11	9,1				27,3	63,6
Rpololat T2T1	12		16,7	8,3	25,0	33,3	16,7
Rpolomed T2T1	12	8,3	8,3	25,0	25,0	33,3	
RSupCond T2T1	12		8,3	8,3	25,0	33,3	25,0
RpostCond T2T1	12				33,3	41,7	25,0
Mento T3T2	11		54,5	9,1	18,2	18,2	
Ponto B T3T2	11	9,1	36,4	27,3	18,2	9,1	
MX_Ant_T3T2	12	25,0	41,7	33,3			
Lramo T3T2	10	40,0	50,0				10,0
Lpololat T3T2	12		16,7	25,0	41,7	16,7	
LpolomedT3T2	12		8,3	25,0	33,3	33,3	
LSupCond T3T2	12		25,0	16,7	33,3	25,0	
LPostCond T3T2	12		25,0	33,3	25,0	8,3	8,3
Rramo T3T2	11	36,4	36,4	18,2	9,1		
Rpololat T3T2	12	8,3	16,7	25,0	25,0	25,0	
Rpolomed T3T2	12			33,3	41,7	16,7	8,3
RSupCond T3T2	12	8,3	8,3	25,0	25,0	33,3	
RpostCond T3T2	12		25,0	25,0	25,0	16,7	8,3

Apêndice 2\_Porcentagem de pacientes segundo a direção e a intensidade do deslocamento – Grupo 2

medida	n	deslocamento em mm					
		menor que -4	entre -4 e -2	entre -2 e 0	entre 0 e 2	entre 2 e 4	maior que 4
MentoT2T1	11						100,0
Ponto B T2T1	11					5,0	95,0
MX_Ant_T2T1	12				5,0	25,0	70,0
Lramo T2T1	10	-15,8				5,3	78,9
Lpololat T2T1	12	-25,0	-35,0	-10,0		15,0	15,0
Lpolomed T2T1	12	-5,0			10,0	30,0	55,0
LSupCond T2T1	12	-50,0	-25,0	-5,0	5,0	10,0	5,0
LpostCond T2T1	12	-45,0	-20,0	-5,0		20,0	10,0
Rramo T2T1	11					5,6	94,4
Rpololat T2T1	12	-22,2	-22,2	-5,6	16,7	22,2	11,1
Rpolomed T2T1	12	-11,1	-11,1	-5,6		33,3	38,9
RSupCond T2T1	12	-33,3	-33,3	-5,6	5,6	5,6	16,7
RpostCond T2T1	12	-16,7	-22,2		16,7	33,3	11,1
Mento T3T2	11	-20,0	-30,0	-15,0	20,0	10,0	5,0
Ponto B T3T2	11	-20,0	-25,0	-10,0	10,0	30,0	5,0
MX_Ant_T3T2	12	-27,8	-55,6	-16,7			
Lramo T3T2	10	-42,1	-21,1	-10,5		15,8	10,5
Lpololat T3T2	12		-25,0	-15,0	25,0	30,0	5,0
LpolomedT3T2	12	-5,0		-35,0	20,0	35,0	5,0
LSupCond T3T2	12	-5,0	-15,0	-20,0	30,0	25,0	5,0
LPostCond T3T2	12	-5,0	-10,0	-20,0	25,0	35,0	5,0
Rramo T3T2	11	-33,3	-38,9		16,7	5,6	5,6
Rpololat T3T2	12	-5,6	-33,3	-22,2	11,1	16,7	11,1
Rpolomed T3T2	12		-16,7	-11,1	50,0	16,7	5,6
RSupCond T3T2	12		-27,8	-5,6	22,2	44,4	
RpostCond T3T2	12		-27,8	-16,7	33,3	16,7	5,6

Apêndice 3\_Direção de movimentação ocorridas na ROI Mento

Movimentação	Superior	Inferior	Anterior	Posterior
Mento T2T1	<b>83%</b>	8%	<b>92%</b>	-
Mento T3T2	42%	<b>60%</b>	33%	<b>58%</b>
Mento T2T1	<b>85%</b>	5%	<b>100%</b>	-
Mento T3T2	40%	<b>60%</b>	35%	<b>60%</b>

\* Linhas Verdes = Grupo 1 / Linhas Azuis = Grupo 2 / em negrito a movimentação predominante.

Apêndice 4\_Direção de movimentação ocorridas na ROI Ponto B

Movimentação	Superior	Inferior	Anterior	Posterior
Ponto B T2T1	<b>75%</b>	8%	<b>92%</b>	-
Ponto B T3T2	50%	42%	17%	<b>67%</b>
Ponto B T2T1	<b>85%</b>	5%	<b>100%</b>	-
Ponto B T3T2	35%	<b>60%</b>	40%	<b>55%</b>

\* Linhas Verdes = Grupo 1 / Linhas Azuis = Grupo 2 / em negrito a movimentação predominante.

Apêndice 5\_Direção de movimentação ocorridas na ROI LRamo - Ramo Lado esquerdo

Movimentação	Superior	Inferior	Anterior	Posterior	Medial	Lateral	Roll Med	Roll Lat
LRamo T2T1	<b>83%</b>	-	<b>83%</b>	-	-	42%	-	<b>67%</b>
LRamo T3T2	<b>67%</b>	17%	42%	42%	<b>75%</b>	-	<b>67%</b>	-
LRamo T2T1	25%	40%	<b>70%</b>	5%	-	50%	-	<b>80%</b>
LRamo T3T2	<b>80%</b>	15%	50%	40%	25%	5%	<b>65%</b>	15%

\* Linhas Verdes = Grupo 1 / Linhas Azuis = Grupo 2 / em negrito a movimentação predominante

Apêndice 6\_Direção de movimentação ocorridas na ROI RRamo - Ramo Lado direito

Movimentação	Superior	Inferior	Anterior	Posterior	Medial	Lateral	Roll Med	Roll Lat
RRamo T2T1	<b>75%</b>	8%	<b>75%</b>	8%	-	<b>58%</b>	-	<b>75%</b>
RRamo T3T2	<b>75%</b>	8%	<b>58%</b>	17%	<b>75%</b>	-	<b>67%</b>	-
RRamo T2T1	50%	-	<b>55%</b>	5%	-	<b>55%</b>	-	<b>75%</b>
RRamo T3T2	50%	20%	45%	20%	45%	10%	45%	15%

\* Linhas Verdes = Grupo 1 / Linhas Azuis = Grupo 2 / em negrito a movimentação predominante

Apêndice 7\_Direção de movimentação ocorridas na ROI Lpololat - Polo Lateral Lado Esquerdo

Movimentação	Sup	Inf	Ant	Post	Med	Lat	Roll Med	Roll Lat	Yaw Ant	Yaw Post
Lpololat T2T1	58%	33%	17%	75%	67%	17%	75%	-	-	25%
Lpololat T3T2	50%	42%	33%	42%	42%	42%	8%	33%	8%	8%
<b>Lpololat T2T1</b>	<b>5%</b>	<b>80%</b>	<b>50%</b>	<b>30%</b>	<b>60%</b>	<b>5%</b>	<b>85%</b>	<b>-</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>
<b>Lpololat T3T2</b>	<b>55%</b>	<b>40%</b>	<b>30%</b>	<b>55%</b>	<b>20%</b>	<b>15%</b>	<b>35%</b>	<b>25%</b>	<b>-</b>	<b>35%</b>

\* Linhas Verdes = Grupo 1 / Linhas Azuis = Grupo 2 / em negrito a movimentação predominante

Apêndice 8\_Direção de movimentação ocorridas na ROI Rpololat - Polo Lateral Lado Direito

Movimentação	Sup	Inf	Ant	Post	Med	Lat	Roll Med	Roll Lat	Yaw Ant	Yaw Post
Rpololat T2T1	75%	17%	8%	92%	25%	42%	75%	-	8%	58%
Rpololat T3T2	50%	33%	42%	33%	58%	17%	25%	33%	33%	17%
<b>Rpololat T2T1</b>	<b>35%</b>	<b>50%</b>	<b>20%</b>	<b>30%</b>	<b>50%</b>	<b>15%</b>	<b>65%</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>30%</b>
<b>Rpololat T3T2</b>	<b>25%</b>	<b>55%</b>	<b>20%</b>	<b>45%</b>	<b>45%</b>	<b>10%</b>	<b>25%</b>	<b>35%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>

\* Linhas Verdes = Grupo 1 / Linhas Azuis = Grupo 2 / em negrito a movimentação predominante

Apêndice 9\_Direção de movimentação ocorridas na ROI Lpolomed - Polo Medial Lado Esquerdo

Movimentação	Sup	Inf	Ant	Post	Med	Lat	Roll Med	Roll Lat	Yaw Ant	Yaw Post
Lpolomed T2T1	42%	58%	33%	58%	67%	17%	83%	-	25%	17%
Lpolomed T3T2	42%	58%	33%	42%	33%	42%	8%	42%	25%	25%
<b>Lpolomed T2T1</b>	<b>-</b>	<b>90%</b>	<b>55%</b>	<b>20%</b>	<b>75%</b>	<b>5%</b>	<b>90%</b>	<b>-</b>	<b>30%</b>	<b>5%</b>
<b>Lpolomed T3T2</b>	<b>50%</b>	<b>35%</b>	<b>30%</b>	<b>50%</b>	<b>25%</b>	<b>15%</b>	<b>30%</b>	<b>35%</b>	<b>35%</b>	<b>25%</b>

\* Linhas Verdes = Grupo 1 / Linhas Azuis = Grupo 2 / em negrito a movimentação predominante

Apêndice 10\_Direção de movimentação ocorridas na ROI Rpolomed - Polo Medial Lado Direito

Movimentação	Sup	Inf	Ant	Post	Med	Lat	Roll Med	Roll Lat	Yaw Ant	Yaw Post
Rpolomed T2T1	42%	<b>58%</b>	17%	<b>83%</b>	25%	42%	<b>83%</b>	8%	33%	25%
Rpolomed T3T2	50%	42%	50%	33%	<b>67%</b>	17%	25%	42%	25%	8%
<b>Rpolomed T2T1</b>	<b>20%</b>	<b>65%</b>	<b>25%</b>	<b>30%</b>	<b>45%</b>	<b>15%</b>	<b>60%</b>	<b>-</b>	<b>20%</b>	<b>10%</b>
<b>Rpolomed T3T2</b>	<b>35%</b>	<b>45%</b>	<b>25%</b>	<b>55%</b>	<b>35%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>15%</b>	<b>45%</b>

\* Linhas Verdes = Grupo 1 / Linhas Azuis = Grupo 2 / em negrito a movimentação predominante

Apêndice 11\_Direção de movimentação ocorridas na ROI Lsupcond - Região Superior do Côndilo Lado Esquerdo

Movimentação	Sup	Inf	Ant	Post	Med	Lat	Row Med	Row Lat	Yaw Ant	Yaw Post	Pitch Up	Pitch Down
Lsupcond T2T1	<b>58%</b>	42%	8%	<b>92%</b>	<b>58%</b>	17%	17%	-	8%	-	<b>67%</b>	8%
Lsupcond T3T2	<b>58%</b>	42%	33%	<b>58%</b>	25%	33%	-	-	-	-	25%	33%
Lsupcond T2T1	10%	<b>85%</b>	45%	35%	<b>65%</b>	5%	10%	-	-	-	<b>70%</b>	5%
Lsupcond T3T2	<b>60%</b>	40%	35%	<b>55%</b>	15%	10%	-	5%	-	-	40%	10%

\* Linhas Verdes = Grupo 1 / Linhas Azuis = Grupo 2 / em negrito a movimentação predominante

Apêndice 12\_Direção de movimentação ocorridas na ROI Rsupcond - Região Superior do Côndilo Lado Direito

Movimentação	Sup	Inf	Ant	Post	Med	Lat	Row Med	Row Lat	Yaw Ant	Yaw Post	Pitch Up	Pitch Down
Rsupcond T2T1	<b>67%</b>	17%	8%	<b>92%</b>	25%	42%	-	-	-	-	<b>67%</b>	8%
Rsupcond T3T2	<b>58%</b>	42%	<b>58%</b>	42%	33%	8%	-	8%	-	-	25%	33%
Rsupcond T2T1	20%	<b>70%</b>	25%	40%	40%	10%	10%	-	-	-	<b>55%</b>	-
Rsupcond T3T2	50%	30%	25%	<b>55%</b>	25%	10%	-	-	-	-	20%	-

\* Linhas Verdes = Grupo 1 / Linhas Azuis = Grupo 2 / em negrito a movimentação predominante

Apêndice 13\_Direção de movimentação ocorridas na ROI Lpostcond - Região Pósterio Superior do Côndilo Lado Esquerdo

Movimentação	Sup	Inf	Ant	Post	Med	Lat	Row Med	Row Lat	Yaw Ant	Yaw Post	Pitch Up	Pitch Down
Lpostcond T2T1	<b>58%</b>	42%	8%	<b>92%</b>	<b>58%</b>	17%	17%	-	8%	-	42%	-
Lpostcond T3T2	50%	42%	33%	<b>58%</b>	25%	33%	-	-	-	-	17%	33%
Lpostcond T2T1	10%	90%	50%	<b>30%</b>	55%	5%	15%	-	-	-	30%	-
Lpostcond T3T2	60%	35%	35%	<b>55%</b>	15%	10%	-	-	-	-	15%	-

\* Linhas Verdes = Grupo 1 / Linhas Azuis = Grupo 2 / em negrito a movimentação predominante

Apêndice 14\_Direção de movimentação ocorridas na ROI Rpostcond - Região Pósterio Superior do Côndilo Lado Direito

Movimentação	Sup	Inf	Ant	Post	Med	Lat	Row Med	Row Lat	Yaw Ant	Yaw Post	Pitch Up	Pitch Down
Rpostcond T2T1	<b>67%</b>	17%	8%	<b>92%</b>	25%	42%	-	-	-	-	<b>67%</b>	8%
Rpostcond T3T2	50%	42%	50%	42%	33%	8%	-	8%	-	-	17%	33%
Rpostcond T2T1	20%	<b>70%</b>	25%	45%	40%	10%	10%	-	-	-	10%	-
Rpostcond T3T2	<b>55%</b>	25%	30%	<b>60%</b>	25%	10%	-	-	10%	10%	10%	-

\* Linhas Verdes = Grupo 1 / Linhas Azuis = Grupo 2 / em negrito a movimentação predominante

Apêndice 15\_Direção de movimentação ocorridas na ROI Max Ant - Região Anterior da Maxila

Movimentação	Superior	Inferior	Anterior	Posterior	Picth Up	Picth Down
Max Ant T2T1	<b>100%</b>	-	<b>92%</b>	8%	<b>100%</b>	-
Max Ant T3T2	8%	<b>92%</b>	-	<b>100%</b>	-	<b>83%</b>
Max Ant T2T1	<b>90%</b>	10%	<b>100%</b>	-	<b>85%</b>	-
Max Ant T3T2	-	<b>90%</b>	-	<b>90%</b>	-	<b>85%</b>

\* Linhas Verdes = Grupo 1 / Linhas Azuis = Grupo 2 / em negrito a movimentação predominante

Autorizo a reprodução deste trabalho.  
(Direitos de publicação reservados ao autor).  
Araraquara, 19 de fevereiro de 2014  
GUILHERME MACHADO DA PORCIÚNCULA

