



Planejamento virtual tridimensional em cirurgia ortognática – um novo estado da arte

Virtual planning in orthognathic surgery – a new state of art

Marlos Eurípedes de Andrade Loiola¹
Wendel Muniz Minoro Shibasaki²
Daniel Barros Rodrigues³
Nathalia Coelho Torres⁴

Resumo

A utilização das novas tecnologias como métodos coadjuvantes no planejamento ortodôntico/cirúrgico vem crescendo e a compreensão das suas aplicações tem aumentado e se tornado mais embasada cientificamente. O uso de imagens tridimensionais (3D) ajuda no processo de planejamento do tratamento, monitora o progresso da terapia ortodôntica e avalia o momento da realização da cirurgia. O planejamento virtual para cirurgia ortognática através da utilização de tomografia computadorizada possibilita ao ortodontista e cirurgião um planejamento mais preciso e confiável. As cirurgias podem ser realizadas sobre o modelo virtual, sendo possível visualizar movimentos de diferentes segmentos ósseos e antecipar interferências no movimento cirúrgico. Deste modo, diferentes planejamentos cirúrgicos podem ser experimentados, otimizando os procedimentos, melhorando os resultados e reduzindo o tempo cirúrgico. Os autores têm como objetivo descrever o tratamento de uma paciente com deformidade óssea maxilo-mandibular, discutindo a relevância do planejamento virtual na dinâmica de tratamento desse tipo de deformidade.

Descritores: Cirurgia ortognática, Ortodontia, planejamento cirúrgico virtual.

Abstract

The use of new technologies for in orthodontic/surgical planning has been growing. The understanding of its applications is increasing and becoming more scientifically based. The use of three-dimensional (3D) images help the treatment planning process, monitor the progress of orthodontic therapy and assess the time of surgery. The virtual surgical planning for orthognathic surgery using computed tomography enables the orthodontist and surgeon a more precise and reliable planning. The surgeries can be simulated on the software to visualize movements of different bone segments and anticipate interference on the surgical procedures. Different surgical plannings can be tested, improving the results and reducing surgical time. The authors aim to describe the treatment of a patient with dentofacial deformity discussing the relevance of virtual planning in this type of treatment.

Descriptors: Orthognathic surgery, Orthodontics, virtual surgical planning.

¹ Mestre em Ortodontia – UNICID, Coordenador dos Cursos de Especialização em Ortodontia – IAPPEM/FUNORTE, Coordenador dos Cursos de Especialização em Ortodontia – Lumier/FAMOSP.

² Doutorando em Ortodontia – UNESP/Araraquara, Mestre em Ortodontia – UNICID, Professor do Curso de Especialização em Ortodontia – Instituto Lumier.

³ Professor da Residência/Especialização em CBMF – UFBA, Mestrado em Odontologia – UFBA, Doutorando em Odontologia – UFBA.

⁴ Aluna do curso de Especialização em Ortodontia – IAPPEM/FUNORTE, Graduação em Odontologia – UFVJM.

E-mail dos autores: marlosloiola@gmail.com

Recebido para publicação: 01/07/2016

Aprovado para publicação:

Como citar este artigo:

Loiola MEA, Rodrigues DB, Shibasaki WMM, Torres NC. Planejamento virtual tridimensional em cirurgia ortognática – um novo estado da arte. *Sci. Pract.* 2016; 9(35):65-72.

Introdução

A mudança da utilização de imagens bidimensionais (2D) para tridimensionais (3D) oferece aos profissionais e pacientes informações extras, que não podem ser obtidas apenas com uso de telerradiografias laterais. Os *softwares* permitem ao cirurgião manusear as imagens tridimensionais, e todos os dados coletados e trabalhados são facilmente armazenados no computador, o que facilita o gerenciamento desses arquivos. Todas as informações pré-operatórias podem ser compartilhadas com colegas, em qualquer parte do mundo, rapidamente e facilmente, usando a Internet.²

Durante a última década, o planejamento virtual foi integrado a muitas aplicações cirúrgicas maxilo-faciais, incluindo deformidades dentofaciais, deformidades congênitas, defeitos após a ablação de tumores, defeitos pós-traumáticos, reconstrução de defeitos cranianos e reconstrução da articulação temporo-mandibular.⁹

O uso de imagens 3D e análises ortodôntico/cirúrgicas computadorizadas ajudam no processo de planejamento do tratamento, monitoraram o progresso da terapia ortodôntica e também auxiliam no momento da realização da cirurgia. Permitem também ao cirurgião realizar a cirurgia virtual, com todos os movimentos 3D complexos associados à cirurgia ortognática.⁶

O planejamento virtual para cirurgia ortognática através da utilização de tomografia computadorizada *multi-slice* (TCM) ou tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) possibilita ao ortodontista e cirurgião um planejamento mais preciso¹ e confiável. Os resultados podem ser mais bem aceitos pelos pacientes⁵, pois esses compreendem de forma mais clara e objetiva as melhorias faciais alcançadas com a cirurgia ortognática, tornando-a mais aceitável e previsível. Assim como as técnicas evoluíram, com o passar do tempo a expectativa dos pacientes também aumentou tremendamente.⁴

Com uso dos recursos CAD/CAM (*Computer Aided Design* – Desenho Assistido por Computador/*Computer Aided Manufacturing* – Manufatura Assistida por Computador) é possível gerar imagens 3D da estrutura craniofacial do paciente. A partir dessas imagens, os modelos de gesso escaneados são sobrepostos aos dentes da tomografia, assim como as imagens dos tecidos moles da face. Com isso é possível realizar osteotomias, para reposicionar as estruturas ósseas, examinar intercuspidação dentária, controlar interferências entre as estruturas e regiões na base do crânio e simular resultados pós-operatórios nos tecidos duros e moles na tela do computador². As cirurgias podem ser realizadas sobre o modelo virtual, sendo possível visualizar movimentos de diferentes segmentos ósseos e identificar interferências no movimento cirúrgico. Deste modo, diferentes planejam-

tos cirúrgicos podem ser experimentados, otimizando os procedimentos e melhorando os resultados, reduzindo o tempo cirúrgico e a possibilidade de enfrentar surpresas na mesa de operação⁴.

Os autores têm como objetivo descrever o tratamento de uma paciente com deformidade óssea maxilo-mandibular, discutindo a relevância do planejamento virtual na dinâmica de tratamento desse tipo de deformidade.

Relato de caso

Paciente 25 anos, sexo feminino, procurou tratamento com queixa de insatisfação estética relacionada ao sorriso gengival. Relatou história de tratamento ortodôntico prévio com aparatologia móvel e fixa dos 10 aos 14 anos para correção de atresia maxilar, mordida profunda anterior e apinhamento antero-superior e antero-inferior.

Numa vista frontal, paciente apresentava incompetência labial, exposição de incisivos superiores de 9 mm, altura facial inferior aumentada, desvio do mento de 3,5 mm para a esquerda e desvio da linha média dentária inferior de 1,5 mm para a esquerda. Na análise de perfil observou-se deficiência antero-posterior de maxila e de mandíbula (Figura 1A-D).

A avaliação intraoral revelou uma oclusão Classe II de Angle subdivisão esquerda (Figura 2A-C).

A análise cefalométrica computadorizada (*Dolphin Imaging 10.0TM*, Chatsworth, CA, EUA) mostrou uma deformidade esquelética Classe II com o ângulo ANB de 8.5°. Os incisivos superiores estavam verticalizados 1.NA de 10.3°. Paciente também apresentava obstrução da via aérea nasal devido à hipertrofia de cornetos. Com a sobreposição da fotografia de perfil na imagem 3D da tomografia computadorizada foi possível visualizar a relação dos tecidos moles com o tecido ósseo (Figura 3).

Braquetes pré-ajustados de cerâmica monocristalina com *slot* 0,022x0,028" prescrição Roth (*Pure - Orthotechnology*, Lutz, Florida, USA), foram colados nas arcadas superior e inferior, após o alinhamento e nivelamento, arcos de aço inoxidável de secção retangular 0,019 x 0,025" com ganchos soldados em cada espaço interproximal foram ajustados de acordo com a diagramação individual da paciente e ajustados antes da cirurgia ortognática.

O planejamento cirúrgico incluiu: 1) osteotomia sagital bilateral de mandíbula para avanço, 2) osteotomia tipo Le Fort I para avanço e reposicionamento superior de maxila, 3) turbinectomia parcial bilateral, 4) osteotomia da sínfise para redução em altura e avanço. A sobreposição do traçado inicial com o traçado preditivo revela o movimento cirúrgico planejado (Figura 4).



Figura 1 (A-D) – A) Vista em perfil pré-operatória demonstrando perfil côncavo. **B-C)** Vista frontal pré-operatória apresentando ausência de selamento labial, exposição aumentada de incisivos e sorriso gengival. **D)** Vista em 45° pré-operatória mostrando exposição de gengiva aumentada no sorriso.



Figura 2 (A-C) – Vista da oclusão pré-operatória mostrando relação de Classe I de Angle do lado direito e Classe II de Angle do lado esquerdo e o desvio das linhas médias dentárias superior e inferior.

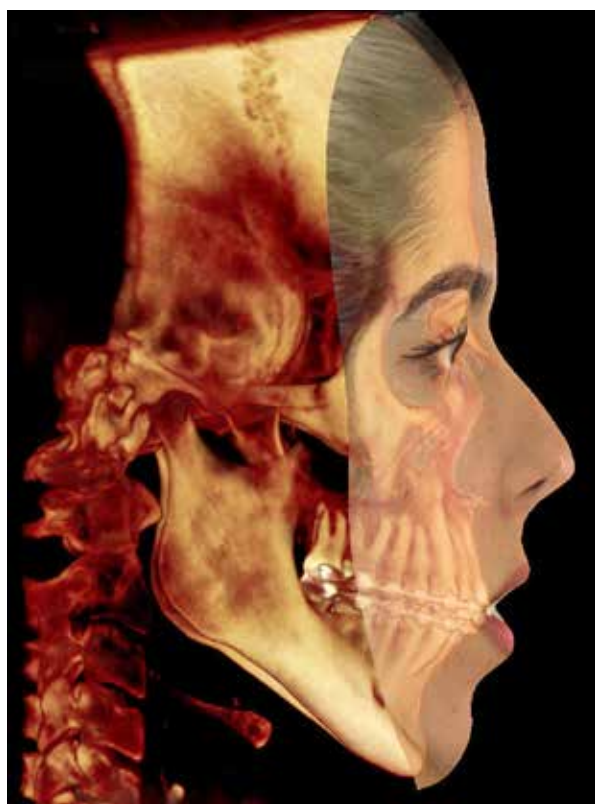


Figura 3 – Vista em perfil da paciente no pré-operatório, com sobreposição fotográfica na imagem 3D da TCFC.

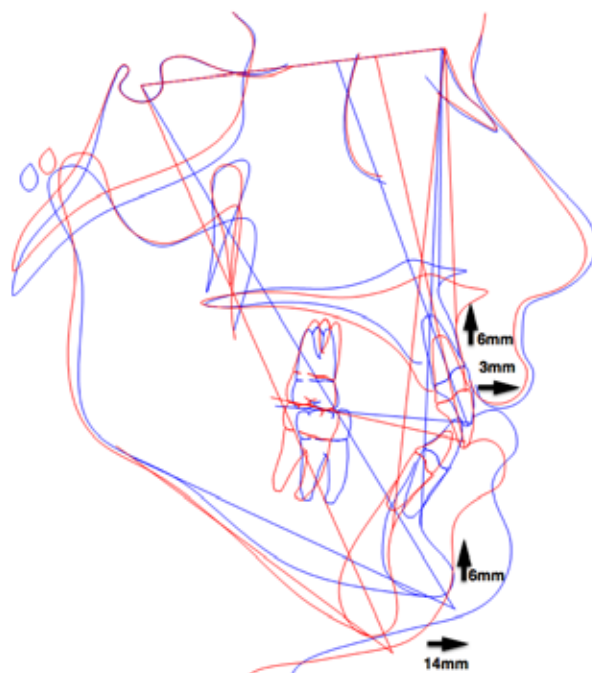


Figura 4 - Sobreposição do traçado inicial com o traçado preditivo cirúrgico.

Após a sobreposição da fotografia inicial, com o traçado cefalométrico inicial, pôde-se realizar simulações dos movimentos cirúrgicos com a visualização do resultado em tecido mole. É importante ponderar com o paciente que essa é uma simulação e que o resultado cirúrgico pode divergir desta (Figura 5A-B).

O planejamento para a cirurgia foi realizado de acordo com a seguinte sequência: 1) análise facial, 2) documentação fotográfica, 3) moldagem das arcadas superior e inferior, 4) escaneamento dos modelos de gesso, 5) tomografia computadorizada da face (Feixe cônico ou *multi-slice*), 6) planejamento no software (*Dolphin Imaging 10.0TM*, Chatsworth, CA, EUA) (Figura 6A-B), 7) desenho do guia cirúrgico, gravação do arquivo e envio para impressão em impressora 3D (Figura 7A-B).

O procedimento cirúrgico foi realizado sob anestesia geral com intubação naso-traqueal. Osteotomia sagital do ramo mandibular foi realizada bilateralmente. A mandíbula foi mobilizada, o guia cirúrgico pré-fabricado foi inserido para posicionar a mandíbula na posição final pré-determinada e o bloqueio maxilo-mandibular (BMM) foi aplicado. A osteotomia sagital mandibular foi fixada com placas e parafusos. O BMM

e o guia cirúrgico foram removidos e as incisões suturadas. Foi realizada a osteotomia Le Fort I, a maxila foi abaixada e mobilizada. Em seguida a turbinectomia parcial foi contemplada e a oclusão final foi estabelecida e mantida com BMM. A mentoplastia foi realizada e fixada com placas e parafusos. A sutura da base alar foi posicionada para redefinir a largura do nariz e as incisões foram suturadas. BMM foi removido e dois elásticos 3/16" médios foram colocados para guiar a oclusão e diminuir o estresse dos músculos mastigatórios.

A paciente evolui com seis meses de pós-operatório, com um equilíbrio facial entre os terços da face, a estética do sorriso melhorou com uma linha de sorriso balanceada e o perfil está mais equilibrado (Figura 8A-D).

Os dentes apresentam um bom alinhamento e nivelamento, os caninos e molares estão numa relação de Classe I de Angle e se observa uma melhor coincidência das linhas médias (Figura 9A-C). A radiografia panorâmica mostra as placas e parafusos posicionados na maxila e mandíbula (Figura 10).

Na sobreposição da fotografia de perfil na imagem 3D da tomografia computadorizada pós-operatória observa-se a relação normalizada dos tecidos moles com a estrutura óssea (Figura 11).

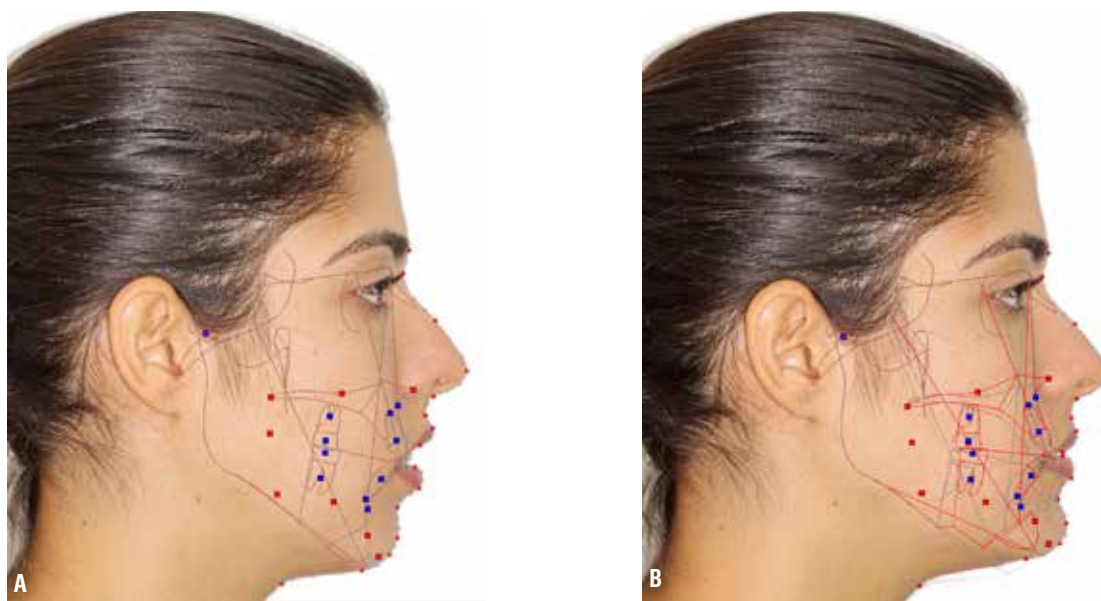
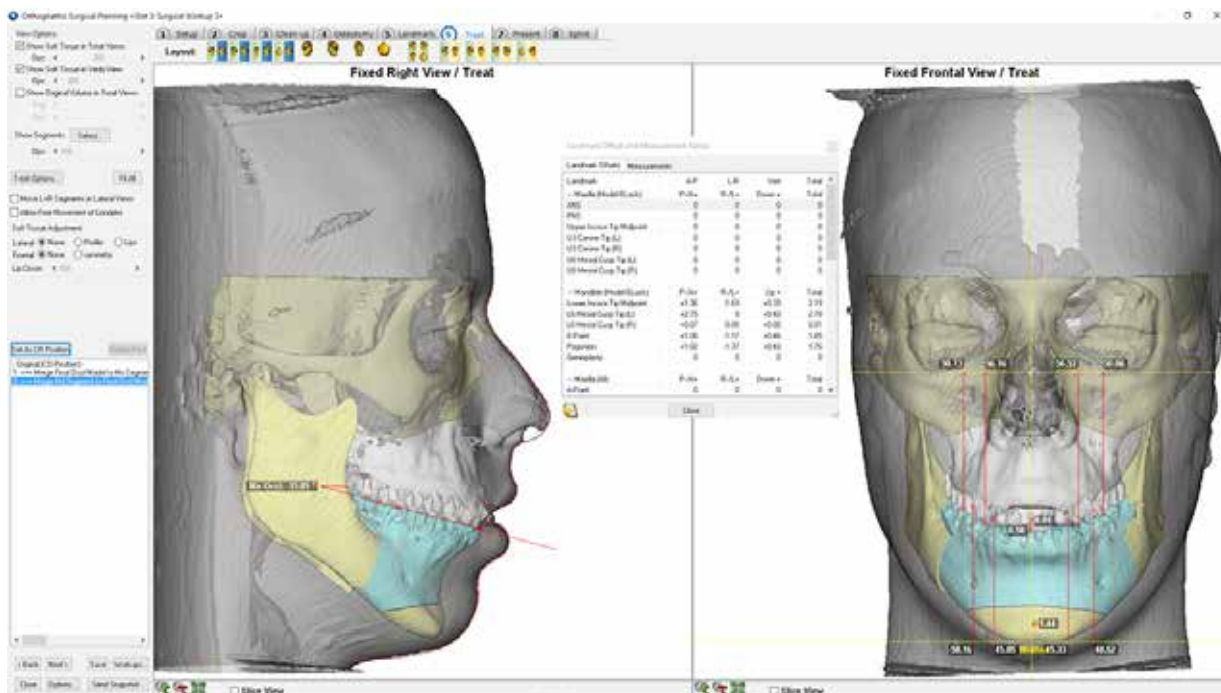
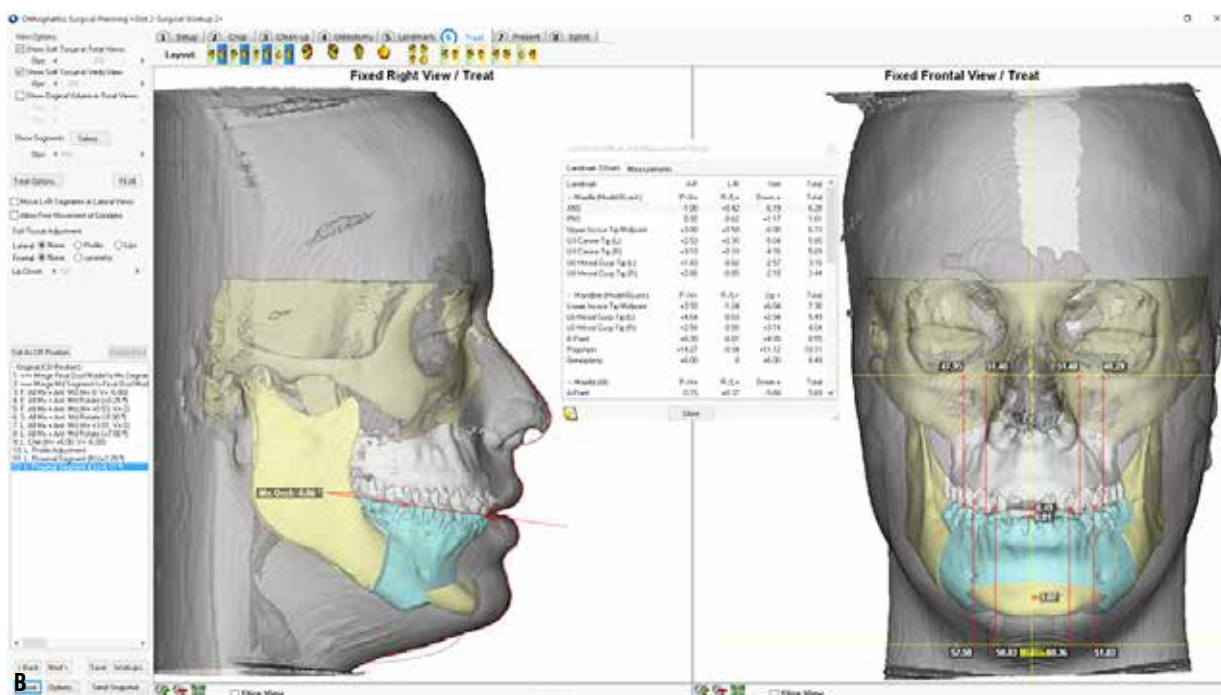


Figura 5 (A-B) – A) Sobreposição da fotografia e traçado cefalométrico inicial. **B)** Simulação dos movimentos cirúrgicos com a previsão do resultado em tecido mole.



A



B

Figura 6 (A-B) – A) Planejamento cirúrgico no software (Dolphin Imaging 10.0TM, Chatsworth, CA, EUA) a imagem da tela no início do planejamento e **B)** no final do planejamento. O quadro no centro mostra os valores das movimentações ósseas.

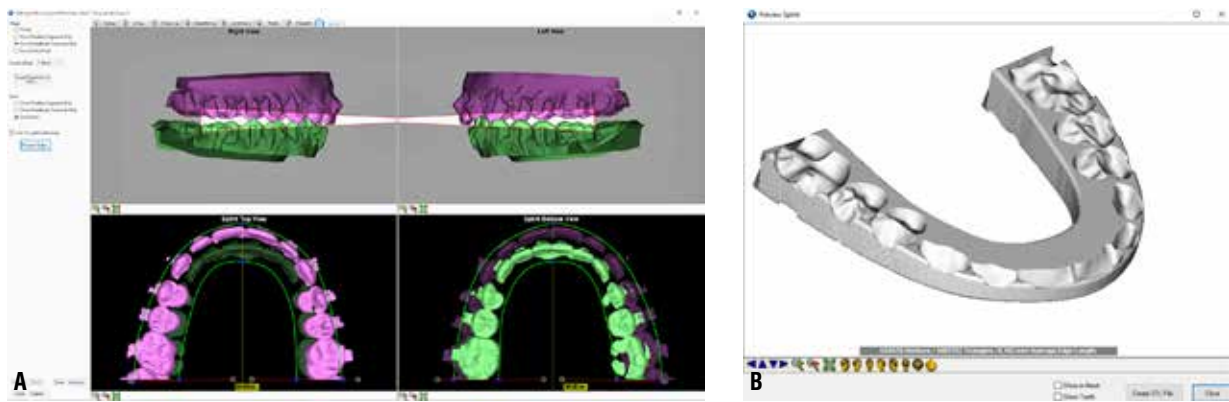


Figura 7 (A-B) – Tela do software mostra a confecção do guia cirúrgico e gravação do arquivo em extensão stl para envio para impressão em impressora 3D.



Figura 8 (A-D) – Vista frontal no pós-operatório demonstra um equilíbrio facial entre os terços da face, linha de sorriso balanceada e perfil mais equilibrado.



Figura 9 (A-C) – Vista da oclusão pós-operatória com adequado alinhamento e nivelamento, os caninos e molares estão numa relação de Classe I de Angle sendo possível observar uma melhor coincidência das linhas médias.

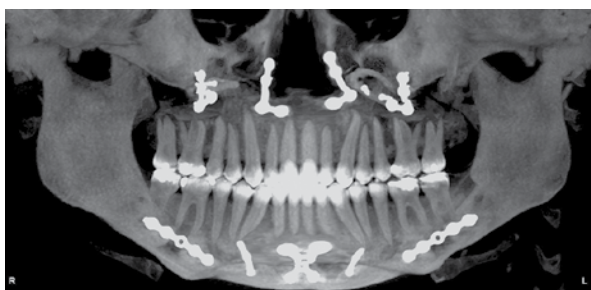


Figura 10 – Radiografia panorâmica apresentando placas e parafusos posicionados na maxila e mandíbula.



Figura 11 – Vista de perfil no pós-operatório com sobreposição fotográfica na imagem 3D da TCFC mostrando a relação normalizada dos tecidos moles com a estrutura óssea.

Discussão

As limitações na avaliação quantitativa e qualitativa de planejamentos cirúrgicos pelos métodos bidimensionais podem ser superadas através de tomografias volumétricas e ferramentas de imagens tridimensionais. A aplicação de imagem 3D e programas de computador para o planejamento tem ajudado muito na cirurgia ortognática, tornando-a mais aceitável e previsível, com maior precisão de detalhes.

Segundo Terajima¹³ e Cervidanes³ quase que rotineiramente o diagnóstico e planejamento da cirurgia ortognática é realizado, basicamente, a partir de imagens 2D como telerradiografias laterais de perfil, modelos de gesso e fotografias do paciente em norma lateral. Apesar de ainda ser a metodologia mais utilizada na prática clínica de muitos profissionais⁴, esse não seria o melhor e mais confiável método, em razão da ampliação e da distorção da radiografia em 2D, o que torna difícil conceituar com precisão a anatomia do paciente¹³. Além das radiografias cefalométricas laterais serem uma representação bidimensional (2D) de uma estrutura tridimensional (3D) e suas limitações diagnósticas serem bem documentadas¹¹. Ao passo que apenas uma imagem em 3D pode dar uma impressão completa, especialmente em casos de assimetrias faciais.^{4,8}

A simulação da cirurgia ortognática em sistemas tridimensionais com recursos como a fusão de imagens, ou seja, a combinação de imagens do indivíduo, através da tomografia computadorizada *multi-slice* ou tomografia computadorizada de feixe cônico e imagens da superfície da face, gera um registro virtual que não é apenas uma série de imagens 3D ou fotografias tradicionais disponíveis em um arquivo para ser visualizado separadamente, e sim, um registro anatomicamente exato do paciente, em que todas as imagens citadas são sobrepostas em uma estrutura anatômica 3D válida e combinadas com as propriedades biomecânicas relevantes¹².

A precisão da cirurgia no modelo de gesso exige uma montagem do arco facial fidedigna, e erros nessa fase podem levar a imprecisões na fabricação do guia cirúrgico, o que pode resultar em movimentos cirúrgicos não planejados. Estudos, que avaliaram a precisão da transferência do arco facial, encontraram diferenças significativas entre as medidas realizadas no articulador e em cefalogramas, em razão dos articuladores serem baseados no princípio de que os côndilos giram em torno de um único ponto. Durante os movimentos mandibulares, em vez de girar em torno de um único ponto, ocorre a rotação combinada com a translação dos côndilos, por isso, os articuladores são incapazes de reproduzir esses movimentos complexos. O grande desafio é simular no articulador semi-ajustável as movimentações maxilo-mandibulares necessárias para resolver a deformidade do paciente. O uso das imagens tridimensionais nos *softwares* torna-se uma ferramenta muito útil, pois indica muito claramente onde estão os problemas e o grau de deformidades presente^{4,8}.

O planejamento virtual elimina a etapa da montagem no articulador, uma vez que é utilizada a reconstrução 3D do crânio do paciente, no entanto os modelos de gesso necessitam ser escaneados, para se obter detalhes precisos sobre a anatomia dental^{2,10,11}, pois a tomografia não fornece imagens precisas suficientes da estrutura dentária do paciente, já que muitas vezes, a tomada tomográfica é feita em máxima intercuspidação habitual.

Outro aspecto considerável para a utilização de imagens 3D é a precisão da tecnologia CAD/CAM para a criação de guias cirúrgicos que auxiliam na transferência do planejamento para a sala de operação. Centenoro² procurou observar se havia diferença significativa entre a fabricação dos guias concebidos com a tecnologia CAD/CAM e os manufaturados pela metodologia convencional, e ao comparar os guias cirúrgicos de ambas as técnicas na sala de cirurgia, avaliou objetivamente as diferenças. Concluindo que ocorria um alto grau de similaridade encontrado entre os dois tipos de guias cirúrgicos, constatando que o método CAD/CAM é uma técnica válida e confiável para a concepção de guias cirúrgicos que reproduzem com precisão o planejamento computadorizado 3D na sala de cirurgia. Essa técnica resulta na produção de guias cirúrgicos criados

a partir da melhoria da qualidade e da quantidade de dados de diagnóstico, devido à incorporação de toda a informação do paciente em uma única imagem 3D e a eliminação da necessidade de várias fontes diferentes de informação (arco facial, cirurgia de modelos, radiografias, etc)².

Popat e Richmond¹¹ relataram as etapas necessárias para construir um modelo 3D do paciente. No planejamento tradicional da cirurgia ortognática são realizados exame clínico, radiografias e fotografias que permitem a quantificação da desarmonia dentária e esquelética. Na sequência, a cirurgia pode ser simulada com a junção de uma fotografia lateral de perfil para um cefalograma lateral, para permitir que os traçados preditivos sejam feitos por *softwares* comercialmente disponíveis, tais como o *Dolphin Imaging (Dolphin Imaging, Chatsworth, CA, EUA)*.

O planejamento virtual poupa o tempo do cirurgião no laboratório, já que não existe a necessidade de montar os casos no articulador, cortar e colar os modelos e fazer os guias cirúrgicos em resina acrílica.⁶ O tempo despendido no planejamento convencional utilizando articuladores semiajustáveis foi comparado ao tempo do planejamento virtual utilizando *softwares* de planejamento em pacientes submetidos à cirurgia ortognática concomitante com cirurgias de ATM. Os resultados demonstraram que o tempo utilizado no planejamento convencional foi de 245 minutos, já no planejamento virtual foi de 55 minutos⁹. Isso demonstra a grande diferença de tempo que é poupado, quando se utiliza o planejamento virtual.

Conclusão

O interesse e a utilização das novas tecnologias como métodos coadjuvantes no planejamento ortodôntico/cirúrgico vem crescendo e a compreensão das suas aplicações tem aumentado e se tornado mais embasada cientificamente. É importante enfatizar que independente da tecnologia, o conhecimento e o julgamento do profissional que está conduzindo a “máquina” são preponderantes. Novos estudos elucidarão ainda mais quais serão as aplicações e os limites da utilização dessas ferramentas e estimularão a busca por novas tecnologias, capazes de aumentar a previsibilidade, gerar melhores resultados e precisão aos tratamentos.

Referências

- Alfaro FH, Martínez RG. New protocol for three-dimensional surgical planning and CAD/CAM splint generation in orthognathic surgery: an in vitro and in vivo study. *Intern. j. oral and maxillofac. surg.* 2013; 42(12):1547-56.
- Centenero SAH, Alfaro FH. 3D planning in orthognathic surgery: CAD/CAM surgical splints and prediction of the soft and hard tissues results - our experience in 16 cases. *J. craniomaxillofac.* 2012; 40(2):162-8.
- Cevidades LHC, Tucker S, Styner M, Kim H, Chapuis J, Reyes M, et al. Three-dimensional surgical simulation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 138(3):361-71.
- Chow B, Lau A. The Planning of Orthognathic Surgery - The Digital Era. *The Hong Kong Medical Diary.* 2009; 14(6):11-14.
- Kolokitha OE, Topouzelis N. Cephalometric methods of prediction in orthognathic surgery. *J maxillofac and oral surg.* 2011; 10(3):236-245.
- McCormick SU, Drew SJ. Virtual Model Surgery for Efficient Planning and Surgical Performance. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011; 69:638-644.
- Metzger MC, Majert BH, Schwarz U, TM, Hammer B. Manufacturing splints for orthognathic surgery using a three-dimensional printer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 105:1-7.
- Motta ATS, Carvalho FDAR, Oliveira AEF, Cervidantes LHS. Superposição automatizada de modelos tomográficos tridimensionais em cirurgia ortognática. *Dent Press J Orthod.* 2010; 15(2):39-41.
- Movahed R, Teschke M, Wolford LM. Protocol for Concomitant Temporomandibular Joint Custom-Fitted Total Joint Reconstruction and Orthognathic Surgery Utilizing Computer-Assisted Surgical Simulation. *American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. J Oral Maxillofac Surg.* 2013; 71:2123-2129.
- Noh H, Nabha W, Cho JH, Hwang HS. Registration accuracy in the integration of laser-scanned dental images into maxillofacial cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 140(4):585-91.
- Popat H, Richmond S, Drage NA. New developments in: three-dimensional planning for orthognathic surgery. *J Orthod.* 2010; 37(1):62-71.
- Schendel SA, Lane C. 3D Orthognathic Surgery Simulation Using Image Fusion. *Seminars in Orthodontics.* 2009; 15(1):48-56.
- Teragima M, Yanagita OK, Hoshino Y, N. M, Goto TK. Three-dimensional analysis system for orthognathic surgery patients with jaw deformities. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 134(1):100-11.