

Superposição automatizada de modelos tomográficos tridimensionais em cirurgia ortognática

Alexandre Trindade Simões da Motta**, Felipe de Assis Ribeiro Carvalho***, Ana Emília Figueiredo Oliveira****, Lúcia Helena Soares Cevidanes*****, Marco Antonio de Oliveira Almeida*****

Resumo

Introdução: as limitações na avaliação quantitativa e qualitativa de deslocamentos cirúrgicos pelos métodos bidimensionais podem ser superadas através de tomografias volumétricas e ferramentas de imagens tridimensionais. **Objetivos:** a metodologia descrita neste trabalho permite avaliar as mudanças nas posições de côndilos, ramos, mento, maxila e da dentição após a cirurgia ortognática através de tomografias computadorizadas de feixe cônico (*Cone Beam Computed Tomography*, CBCT) antes e após o procedimento cirúrgico. **Métodos:** são construídos modelos 3D que possibilitam superposições tendo a base do crânio pré-cirúrgica como referência, utilizando-se um método automático que identifica e compara a escala de cinza dos *voxels* de duas estruturas tridimensionais, eliminando a necessidade do operador marcar os pontos anatômicos. Então, as distâncias entre as superfícies anatômicas são computadas, no mesmo indivíduo, entre as duas fases. A avaliação das direções de deslocamento das estruturas é determinada visualmente pelos métodos de mapas coloridos e de semitransparências. **Conclusões:** conclui-se que a metodologia apresentada, que utiliza *softwares* de domínio público, mostra vantagens na avaliação longitudinal de pacientes ortocirúrgicos, quando comparada aos métodos radiográficos convencionais, uma vez que as imagens geradas não apresentam magnificações ou sobreposições de estruturas e a maioria dos passos são automatizados, o que torna os procedimentos de mensuração mais precisos, além de disponibilizar uma maior quantidade de informações ao clínico ou pesquisador.

Palavras-chave: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. Imagem tridimensional. Cirurgia assistida por computador. Simulação por computador. Ortodontia. Cirurgia bucal.

Resumo do editor

Novas aplicações ortodônticas de técnicas avançadas de imagens 3D incluem superposições de modelos computadorizados para verificação

do crescimento, mudanças com o tratamento e estabilidade, além de análises dos tecidos moles e simulação computadorizada de procedimentos cirúrgicos. Ou seja, avaliações quantitativas e qua-

* Acesse www.dentalpress.com.br/revistas para ler o artigo na íntegra.

** Doutor, mestre e especialista em Ortodontia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Estágio de doutorando Bolsa CAPES 382705-4 na University of North Carolina at Chapel Hill (UNC/2006). Professor adjunto de Ortodontia da Universidade Federal Fluminense (UFF).

*** Mestre e especialista em Ortodontia (UERJ). Especialista em Radiologia Oral (ABORJ). Doutorando em Ortodontia (UERJ).

**** Especialista (UFRJ), mestre e doutora em Radiologia Odontológica (FOP-Unicamp). Pós-doutorado (UNC) - Bolsa FAPEMA 128/06. Professora de Radiologia Odontológica da UFMA.

***** PhD em Biologia Oral (UNC). Professora do departamento de Ortodontia (UNC/Chapel Hill).

***** Pós-doutorado em Ortodontia (UNC). Professor titular de Ortodontia (UERJ).

litativas do deslocamento, respostas adaptativas e reabsorção de estruturas esqueléticas – antes inviáveis com técnicas 2D – podem agora ser realizadas por meio de reconstruções e superposições 3D com a tomografia computadorizada *Cone Beam*^{1,3,4}. Os complexos movimentos durante as cirurgias para correção de deformidades dento-faciais certamente precisam ser avaliados em três dimensões, com o objetivo de melhorar os resultados, a estabilidade, aumentar a previsibilidade e reduzir os sintomas de distúrbios temporomandibulares após a cirurgia ortognática².

Com o objetivo de avaliar alterações no mesmo indivíduo, modelos de diferentes fases são, de fato, superpostos utilizando-se o *software* Imagine (<http://www.ia.unc.edu/dev/download/Imagine/index.htm>), que utiliza um método totalmente automático de registro por *voxel*, dispensando a necessidade de se localizar pontos, o que seria influenciado pelo operador e pela superposição de estruturas. Como a base do crânio não é alterada pela cirurgia, suas superfícies são utilizadas neste procedimento, onde o *software* compara, entre duas imagens tomográficas, a intensidade da escala de cinza de cada *voxel* da região que será segmentada em verde. Dessa forma, a base do crânio pré-cirúrgica é utilizada como referência para a superposição por pares com os demais tempos (Fig. 1). Apesar do exame de ressonância magnética ser mais indicado para a visualização de tecidos moles e da tomografia computadorizada médica oferecer melhor contraste de imagem entre tecidos duros e moles, modelos 3D dos tecidos moles da face podem ser reconstruídos com menor custo e radiação que tais métodos, e ainda fornecer importantes informações da resposta estética facial aos movimentos cirúrgicos⁴.

Enfim, o método de superposição 3D permite a avaliação de importantes deslocamentos estruturais cirúrgicos e da estabilidade em curto e longo prazo. Apesar de requerer treinamento, tempo, *expertise* e suporte de informática, parece ter grande validade em sua aplicação clínica, científica e no ensino ortodôntico e cirúrgico.

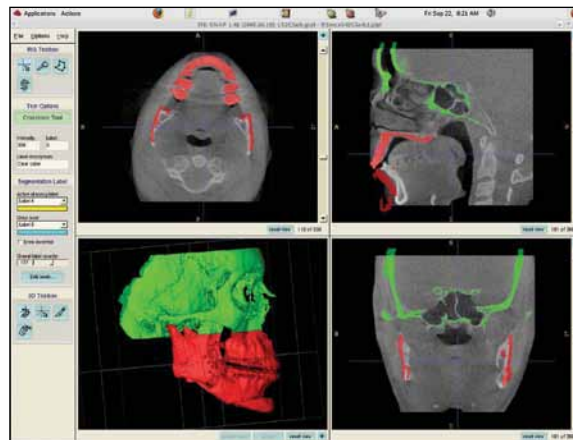


FIGURA 1 - Após o procedimento de superposição com o *software* Imagine, observa-se no InsightSNAP o modelo pós-cirúrgico (colorido) sobre a imagem tomográfica pré-cirúrgica (escala de cinza), com as bases do crânio coincidentes e as estruturas mandibulares deslocadas (avanco da mandíbula e mento). Comprova-se, então, uma correta superposição entre os modelos 3D das duas fases.

Questões aos autores

1) Quais as aplicações clínicas do método de sobreposição 3D descrito?

O método tem sido utilizado primordialmente em casos ortocirúrgicos, na avaliação dos deslocamentos esqueléticos decorrentes das diferentes osteotomias, verificação dos resultados e da estabilidade do tratamento em curto e longo prazos. Casos complexos, como deformidades faciais e assimetrias severas, como naqueles de microssomia hemifacial, podem ter seu planejamento e procedimento cirúrgico beneficiados pelo método.

No entanto, já foi comprovada sua utilidade em casos de pacientes em crescimento, realizando-se uma superposição na base anterior do crânio, que se consolida precocemente. Essa função abre um campo clínico extraordinário, de forma que o acompanhamento do crescimento e desenvolvimento craniofacial dos pacientes pode ser realizado de forma tridimensional, possibilitando análises visuais e quantitativas bastante completas.

Por outro lado, ressalta-se que, para um uso clínico de rotina, o método precisa se tornar mais rápido, simples e atraente para o ortodontista clínico. Alguns avanços já ocorreram, como a compilação

em um mesmo aplicativo de variadas funções antes exercidas por diferentes programas. Acredita-se ainda que a aplicação da superposição 3D no estudo de casos clínicos nas escolas de Ortodontia, permitindo aos alunos e professores um estudo profundo e detalhado, possa ser um importante passo na introdução do método na realidade clínica dos futuros ortodontistas clínicos.

2) Existem vantagens do método descrito para aplicabilidade em pesquisas, se comparado ao método cefalométrico?

Algumas vantagens do método descrito podem ser citadas, como a superposição na base do crânio de forma automatizada, evitando erros inerentes à marcação de pontos ou desenho de estruturas pelo operador, o que representaria uma importante eliminação de variáveis em termos científicos. Além do óbvio diferencial de permitir a observação das estruturas anatômicas em tamanho e forma reais, ao invés de projeções de imagens sobrepostas, e a possibilidade de analisar as estruturas bilaterais de forma mais realista. Adicionalmente, a comparação de superfícies tridimensionais ao invés de diferenças entre pontos e linhas cefalométricas tornaria os resultados mais confiáveis e detalhados. No entanto, é importante ressaltar que a simplicidade e facilidade dos métodos 2D tradicionais são fatores a serem considerados. Ao se realizar uma análise quantitativa, o presente método gera um grande volume de informações, o que pode dificultar uma conclusão simples e direta do que se está observando. As variadas direções de movimento das estruturas dificultam a determinação de tendências direcionais confiáveis. O desenvolvimento de ferramentas de análise vetorial, determinando de forma direta as resultantes de deslocamento, deve auxiliar bastante nessa avaliação.

3) O método poderia ser utilizado para avaliar alterações dentoalveolares decorrentes do tratamento ortodôntico?

Sim, uma das possíveis aplicações envolveria a visualização de alterações dentoalveolares pelo

tratamento ortopédico ou pela mecânica ortodôntica fixa. Já foram realizados trabalhos avaliando os efeitos de mecânicas de expansão dentária, comparando modelos tridimensionais pré e pós-alinhamento e nivelamento com expansão, mostrando que a mesma concentrou-se na região de pré-molares. No entanto, algumas dificuldades são encontradas, já que a segmentação dos dentes precisa ser realizada com grande preocupação em relação à precisão das estruturas, e fatores como a obtenção da tomografia com o paciente em oclusão ou a própria presença dos acessórios ortodônticos representam importantes artefatos de imagem na construção dos modelos 3D. Outra limitação ocorre porque, para a superposição, superfícies estáveis de referência precisam ser utilizadas, como a base do crânio. Por exemplo: para se comparar alterações na arcada inferior, a superposição na base do crânio mostraria a soma das alterações esqueléticas e dentárias; mas para uma visualização estritamente dentoalveolar, deveria ser realizada uma superposição isolada utilizando o contorno do corpo, ramo e demais estruturas mandibulares. Essa tecnologia, conhecida como correspondência de forma, encontra-se em franco desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

1. Cevidanes LH, Bailey LJ, Tucker GR Jr, Styner MA, Mol A, Phillips CL, et al. Superimposition of 3D cone-beam CT models of orthognathic surgery patients. *Dentomaxillofac Radiol.* 2005 Nov;34(6):369-75.
2. Cevidanes LH, Bailey LJ, Tucker SF, Styner MA, Mol A, Phillips CL, et al. Three-dimensional cone-beam computed tomography for assessment of mandibular changes after orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Jan;131(1):44-50.
3. Cevidanes L, Motta A, Styner M, Phillips C. 3D imaging for early diagnosis and assessment of treatment response. In: McNamara JA Jr, Kapila SD. *Early orthodontic treatment: is the benefit worth the burden? 33rd Annual Moyers Symposium.* Ann Arbor; 2007. p. 305-21.
4. Motta AT. Avaliação da cirurgia de avanço mandibular através da superposição de modelos tridimensionais. [Tese]. Universidade do Estado do Rio de Janeiro (RJ); 2007.

Endereço para correspondência

Alexandre Trindade Simões da Motta
Av. das Américas, 3500 – Bloco 7/sala 220
CEP: 22.640-102 – Barra da Tijuca - Rio de Janeiro/RJ
E-mail: alemotta@rjnet.com.br