

Novas Tecnologias no Diagnóstico e Planejamento em Ortodontia

*Mauricio Adriano de Olivério Accorsi
Patrícia de Medeiros Loureiro Lopes
Marcelo Gusmão Paraiso Cavalcanti*

As deformidades faciais em conjunto com as más oclusões dentárias são relativamente comuns e podem trazer grandes complicações aos indivíduos em relação à qualidade de vida devido a deficiências mastigatórias e de fala e possíveis associações com disfunções temporomandibulares, obstruções de vias aéreas/apneias e desarmonia facial significativa com implicações psicossociais importantes. Com o advento da tomografia computadorizada por feixe cônico¹⁻⁴ (TCFC) dedicada à região maxilofacial, (www.conebeam.com), das técnicas de escaneamento 3D da face e da oclusão dentária (Fig. 1) e das técnicas de prototipagem rápida (impressão em 3D)⁵⁻⁹, a Ortodontia e a Cirurgia Ortognática estão evoluindo para um novo estágio no diagnóstico e planejamento dos tratamentos. Com a utilização de *softwares* que empregam algoritmos de computação gráfica tridimensional, é possível, atualmente, realizar um diagnóstico 3D, virtualmente livre das distorções e sobreposições presentes nas técnicas radiográficas convencionais, por meio da qual a anatomia real do paciente pode então ser observada¹⁰⁻¹⁶ (Fig. 2). Os tratamentos ortodônticos podem ser planejados por meio de *setups* oclusais (Figs. 3 a 5) e/ou osteotomias virtuais (Fig. 6), em que até mesmo o guia cirúrgico (Fig. 7) e as moldeiras de colagem indireta podem ser confeccionados por meio das técnicas de prototipagem rápida e, por exemplo, placas de fixação rígida serem individualizadas para cada paciente, se necessário. Todo esse protocolo permite maior previsi-

bilidade de resultados com maior segurança e rapidez, agregando, dessa forma, qualidade aos resultados finais dos tratamentos ortodôntico/cirúrgicos. Aspectos éticos e legais^{17,18} também devem ser considerados em relação à utilização dessas novas tecnologias digitais, principalmente naqueles casos em que a visualização em 3D das estruturas anatômicas e a possibilidade de planejamento virtual, possam alterar o plano de tratamento, quando em comparação com o diagnóstico obtido pela documentação convencional bidimensional.

Aplicações clínicas

Avaliação esquelética – a visualização volumétrica em 3D do esqueleto é uma nova maneira de avaliar as inter-relações entre as estruturas maxilomandibulares e a base do crânio. Estas imagens permitem a inspeção da morfologia óssea dos maxilares. A altura do osso alveolar é particularmente importante em adultos e em pacientes comprometidos periodontalmente (Fig. 8). Irregularidades na superfície óssea devido a dentes ectópicos, deiscências ósseas, invaginações da glândula salivar e outras anormalidades podem ser observadas nas imagens em 3D. Uma vez que estas irregularidades em alguns casos se estendem nos alvéolos entre as raízes, sua identificação precisa traz grande benefício ao ortodontista durante o planejamento do tratamento. Uma fonte inteiramente nova de avaliação oclu-

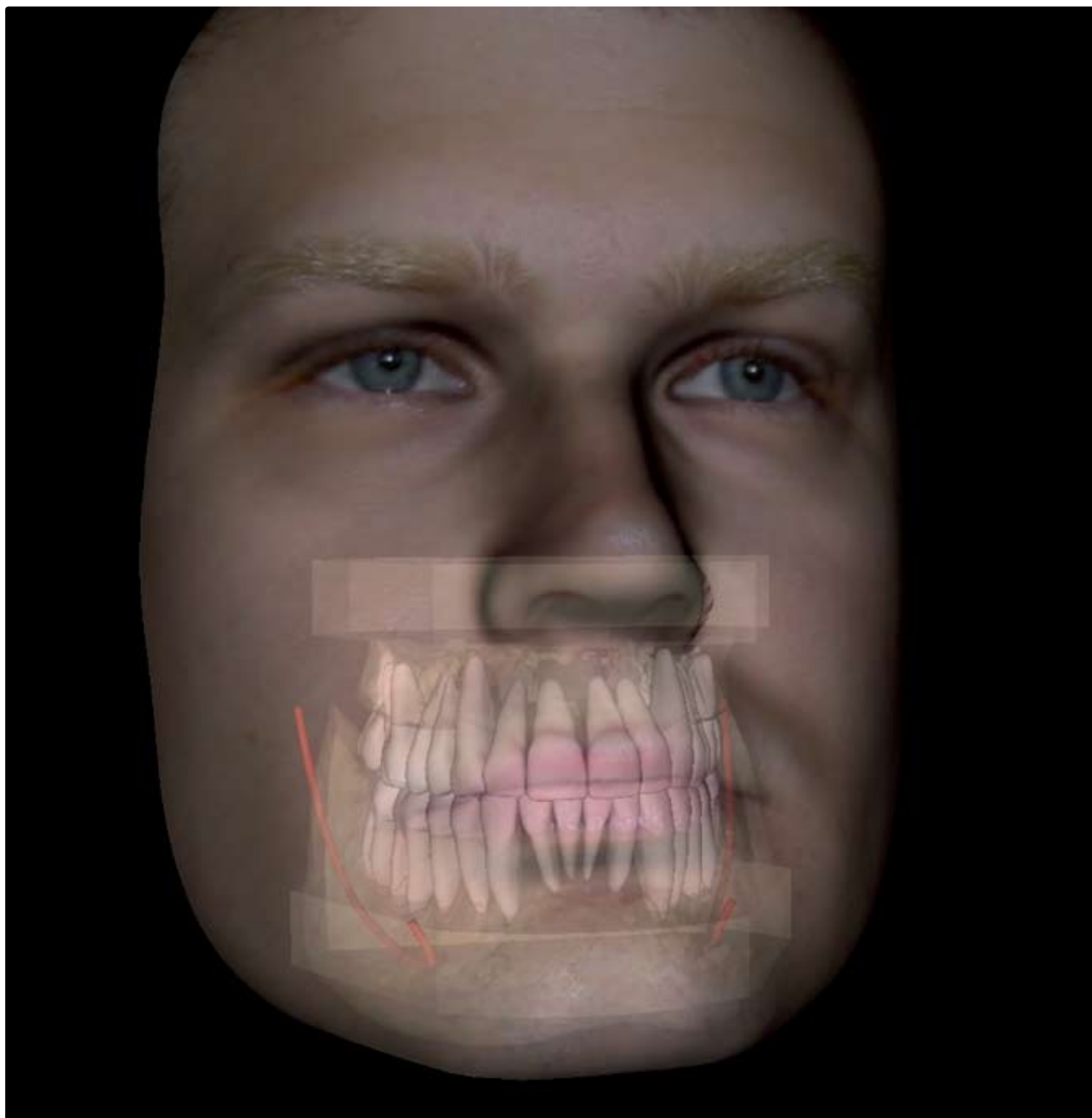


Fig. 1A – Imagem de mapeamento facial em 3D com modelos virtuais utilizando o *software* InVivoDental/ Anatomage (San Jose, EUA).

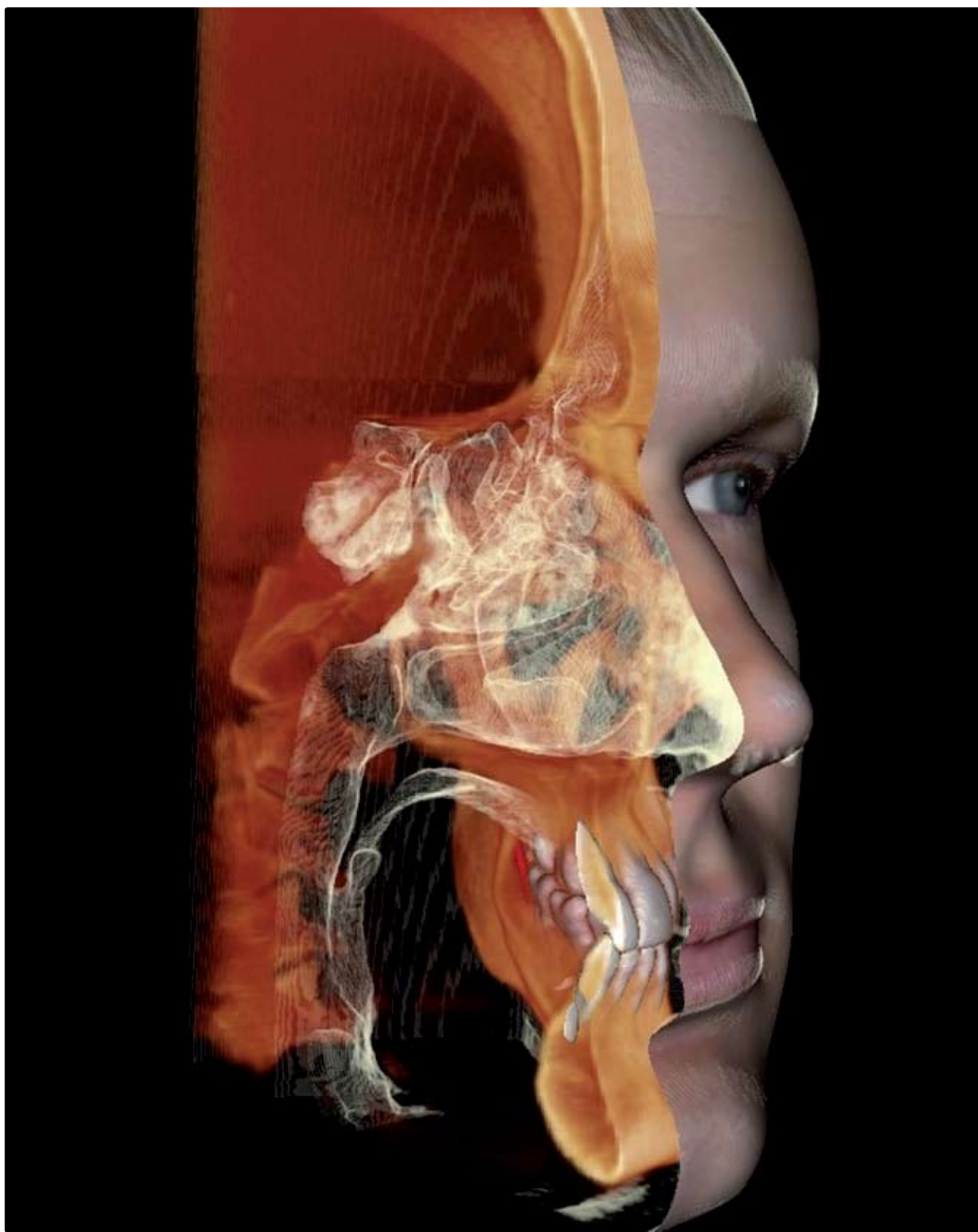


Fig. 1B – Modelo virtual com mapeamento facial em 3D, reconstrução em volume e destaque para as vias aéreas (Anatomage, San Jose, EUA).

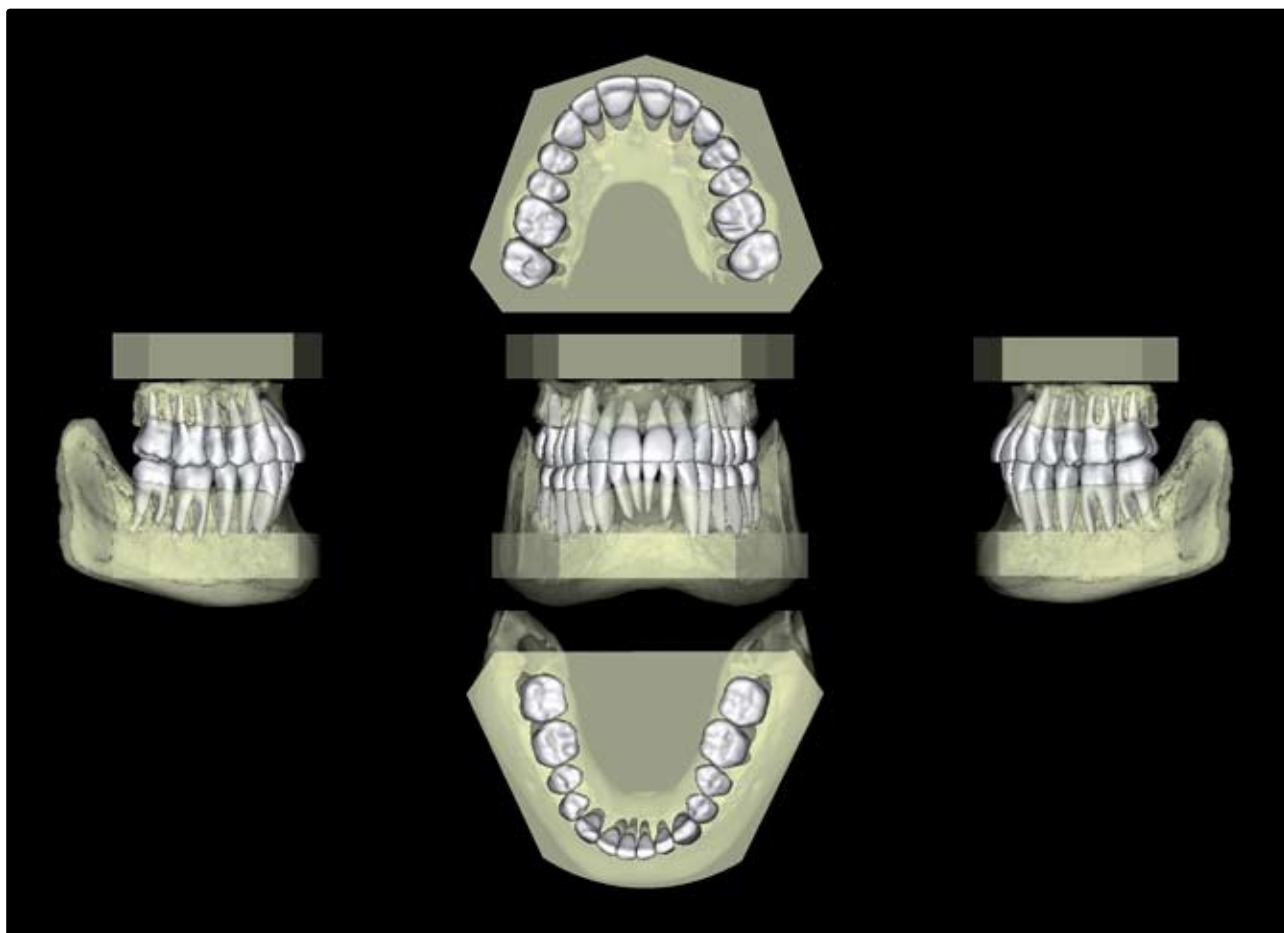


Fig. 1C – Modelos virtuais compostos em todas as vistas (Anatomage, San Jose, EUA).

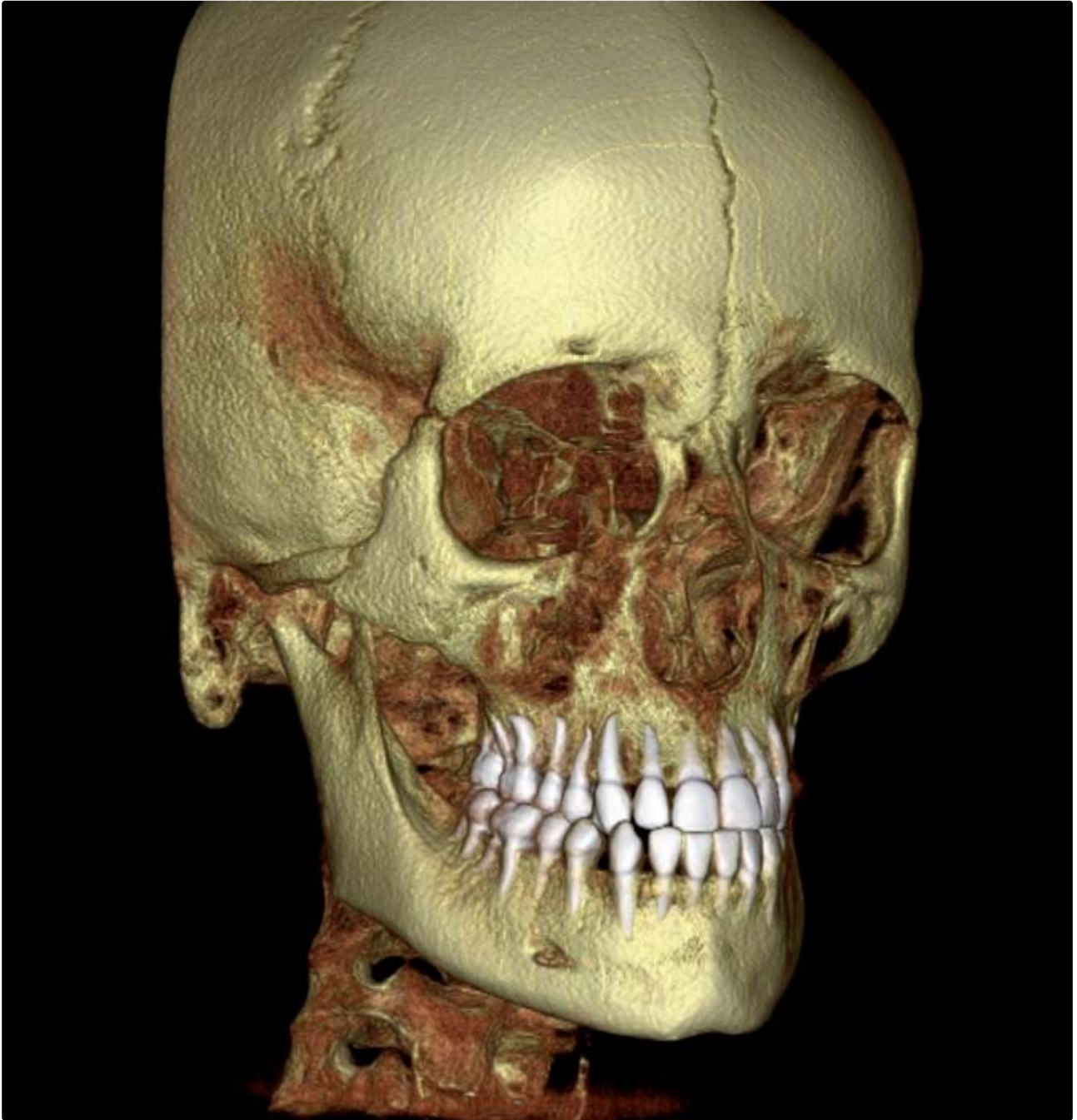


Fig. 2 – Reconstrução em volume onde se pode observar a individualização das raízes dentárias em um caso ortodôntico/cirúrgico (Accorsi, 2009).

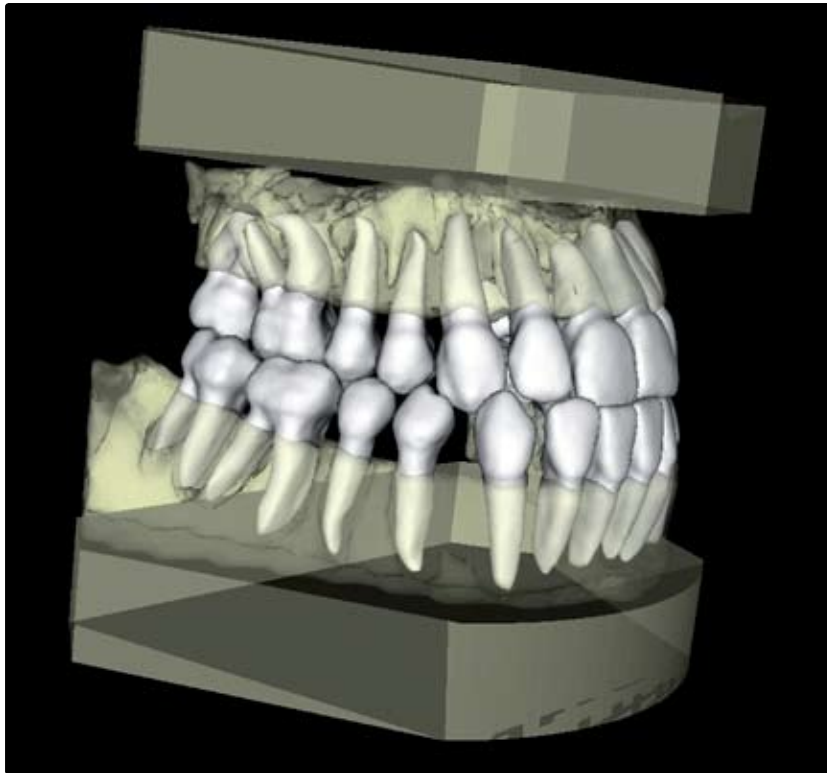


Fig. 3 – Modelo virtual gerado por TCFC utilizando o *software* InVivo-Dental (San Jose, EUA), com individualização de coroas e raízes (Accorsi, 2009).

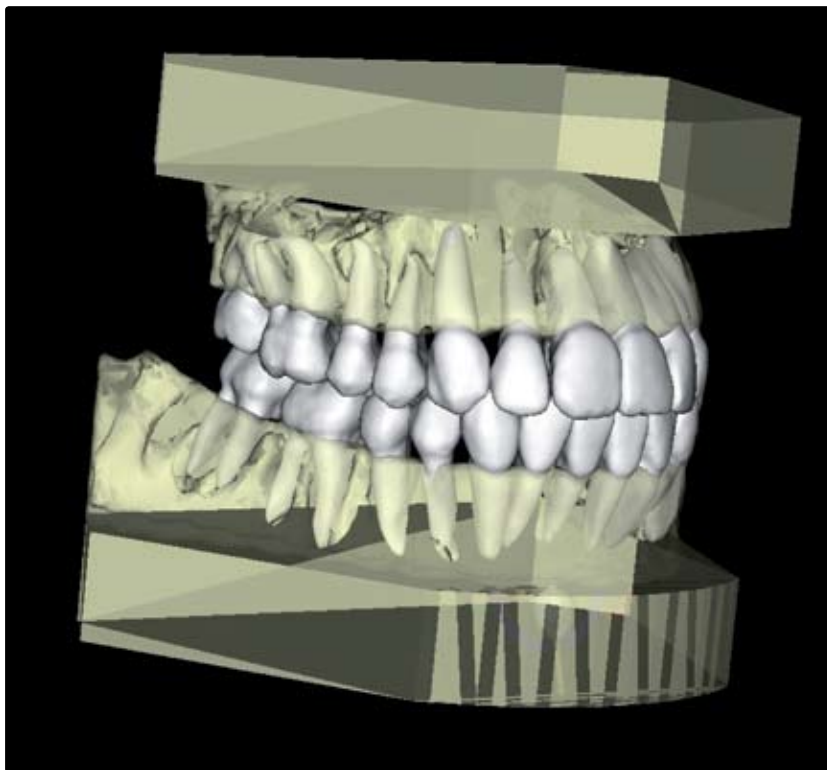


Fig. 4 – Modelo virtual da figura 3 com *setup* oclusal realizado (preparo ortodôntico) e simulação de avanço de maxila (Accorsi, 2009).

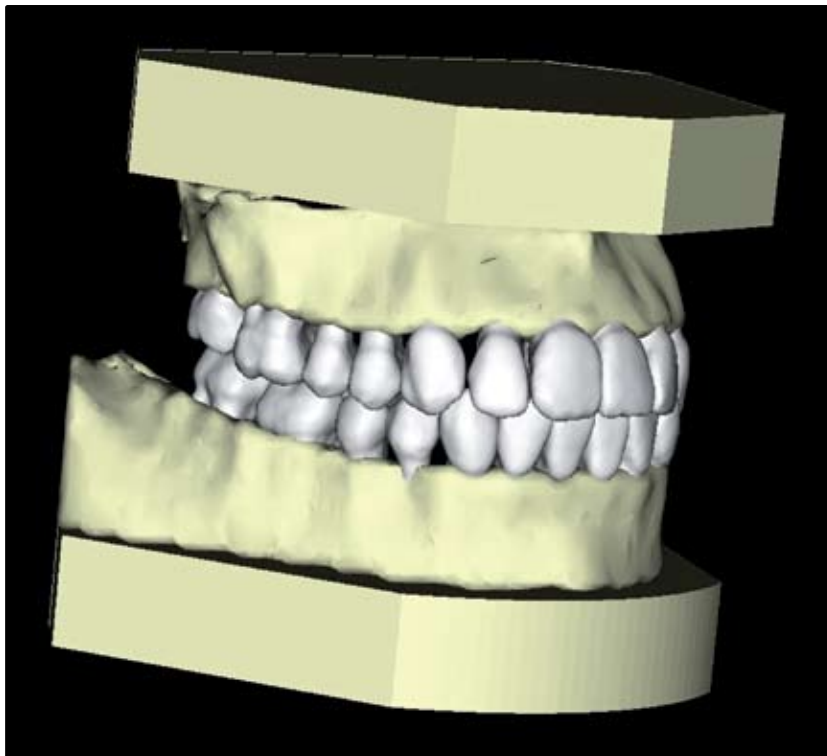


Fig. 5A – Modelo virtual da figura 4 sem translucidez e com “base” predefinizada pelo American Board of Orthodontics.

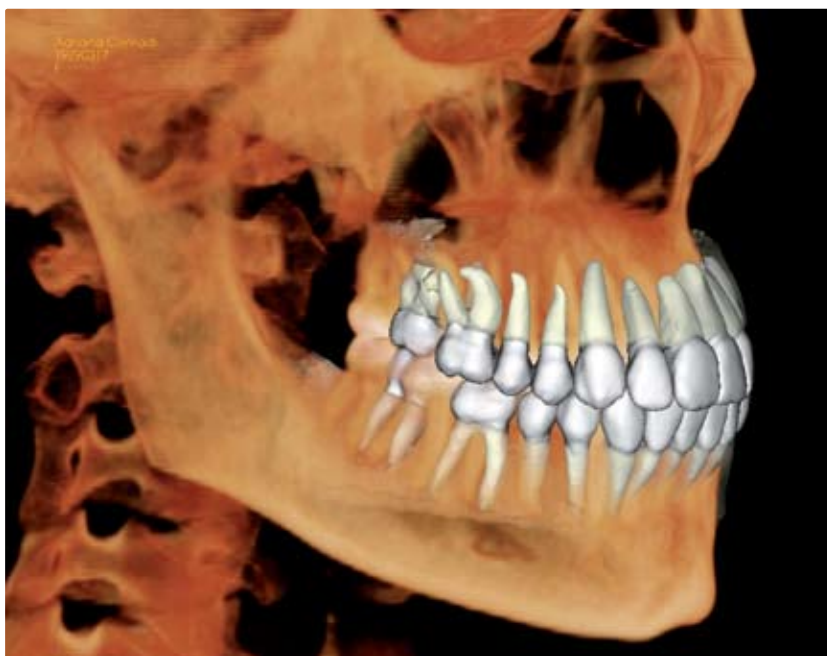


Fig. 5B – Visualização do *setup* oclusal com a reconstrução em volume da parte esquelética (Accorsi, 2009).

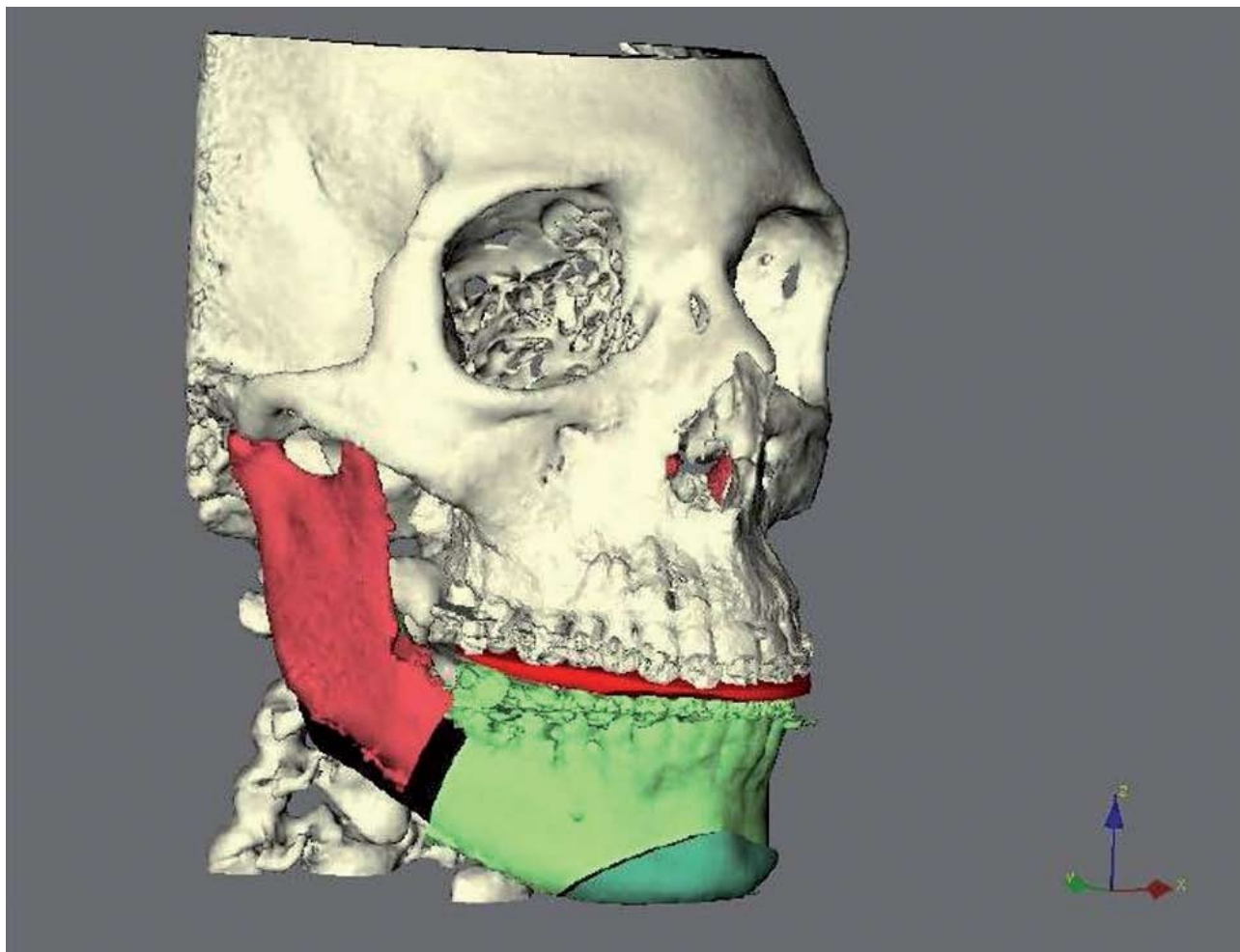


Fig. 6 – Planejamento cirúrgico para o avanço mandibular e mentoplastia com osteotomias virtuais e confecção do guia cirúrgico utilizando o *software* Maxilim (Medicim, Bruxelas, Bélgica) para o procedimento realizado no Hospital da Face de São Paulo (cortesia de Leandro Velasco).

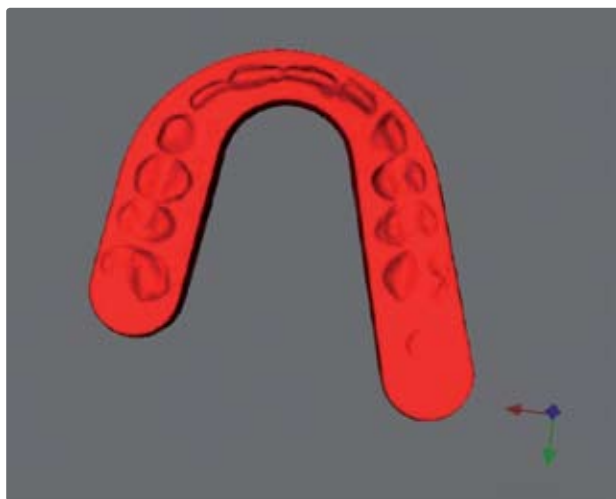


Fig. 7 – **A)** Guia cirúrgico virtual utilizando o *software* Maxilim (Medicim, Bruxelas, Bélgica). **B)** Guia cirúrgico prototipado (cortesia de Leandro Velasco).

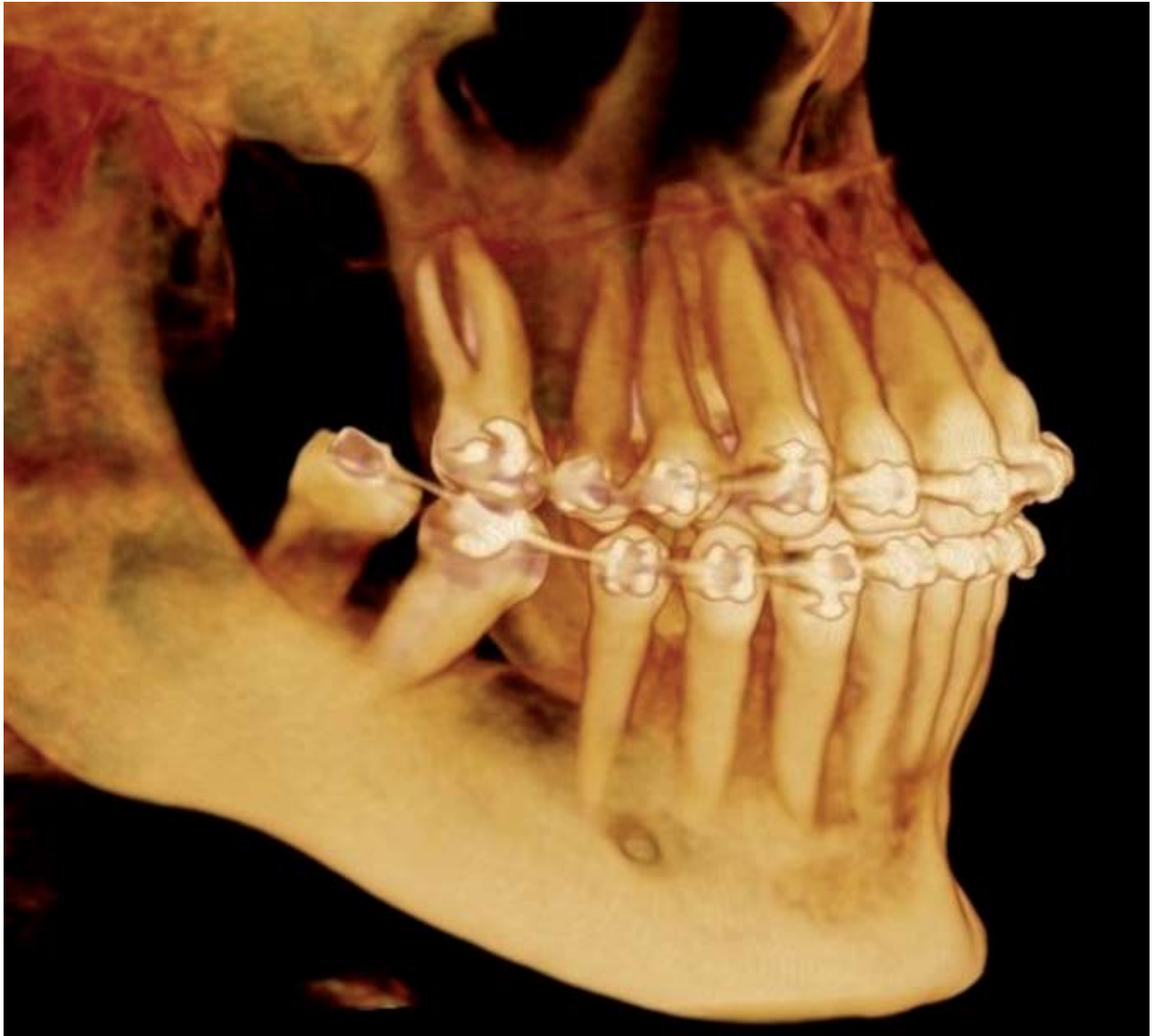


Fig. 8A – Reconstrução em 3D de paciente periodontal, em tratamento ortodôntico, com perda óssea pronunciada na região do segundo molar inferior direito e segundo molar superior esquerdo.

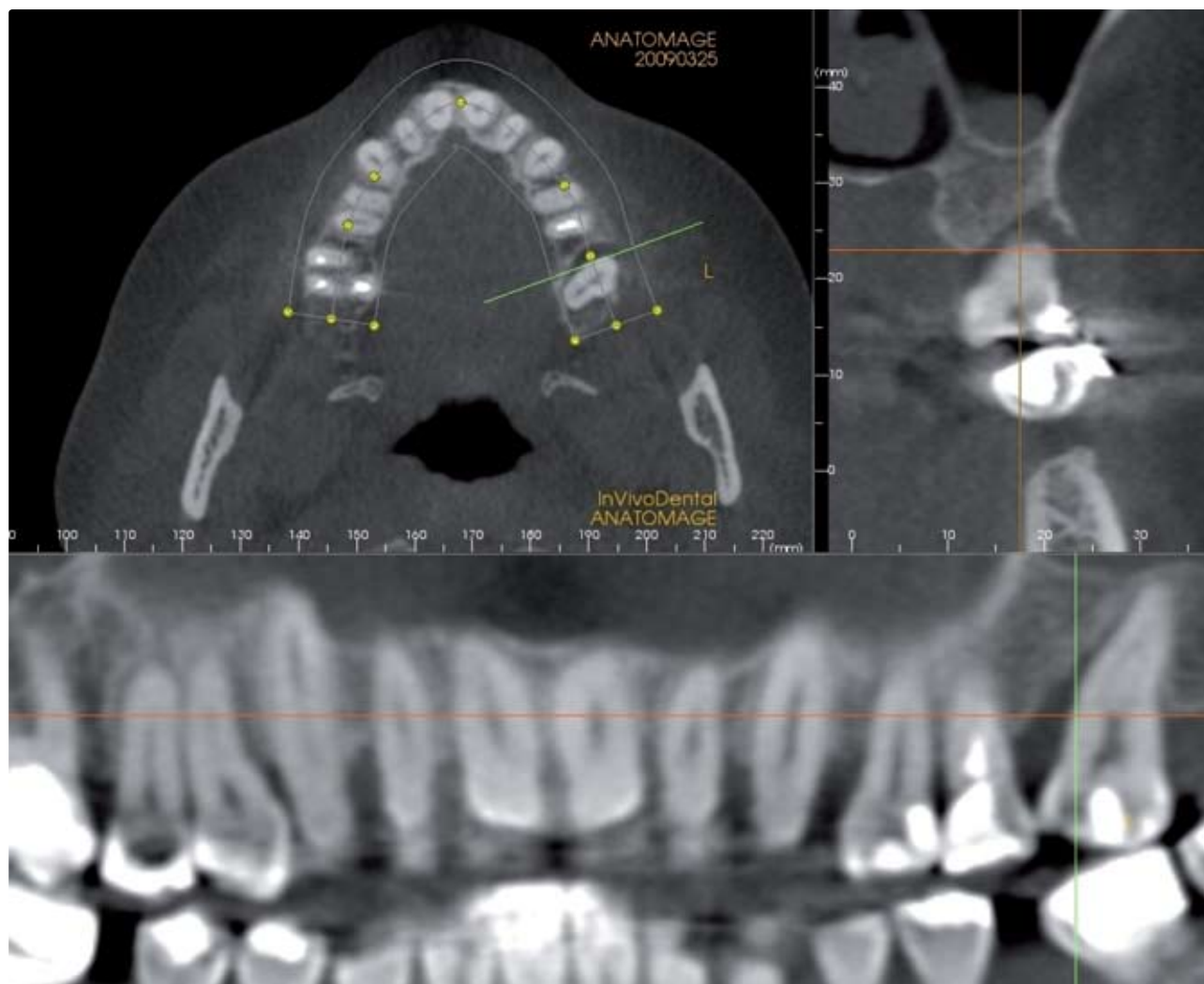


Fig. 8B – Reformatações multiplanares onde se pode observar a perda óssea acentuada na face mesial do dente 27 (Accorsi, 2009).

sal é a vista lingual – como se o clínico estivesse observando de dentro da cavidade bucal para fora (Fig. 9).

Alvéolo dental – a vista frontal dos arcos dentários habilita o clínico a acessar as dimensões transversais e verticais e o volume e avaliar as discrepâncias interarcos e os limites verticais do movimento dentário. A vista frontal pode ser correlacionada com as vistas das ATMs e sua inter-relação com as posições cuspídeas. As vistas oclusais dos arcos dentários revelam a posição dos dentes e a forma do osso de suporte. Traçados com as formas de arcos são tipicamente feitos na altura do alvéolo, mas podem variar de acordo com a preferência do usuário. As formas de

arcos podem então ser sobrepostas para revelar discrepâncias ou compatibilidade. Elas podem também ser impressas para a fabricação de arcos ortodônticos. No futuro, estas imagens proporcionarão medições para a realização de análises oclusais.

Avaliação em 3D da oclusão – a vista panorâmica e da dentição pode ser similar à da tradicional radiografia panorâmica (Fig. 10), porém é consideravelmente melhor, porque não há sobreposição da coluna cervical e do lado contralateral. Além disso, não há projeção de artefatos e a espessura do corte e localização é de escolha do usuário. É possível também a obtenção de imagens em norma lateral da cabeça por meio da

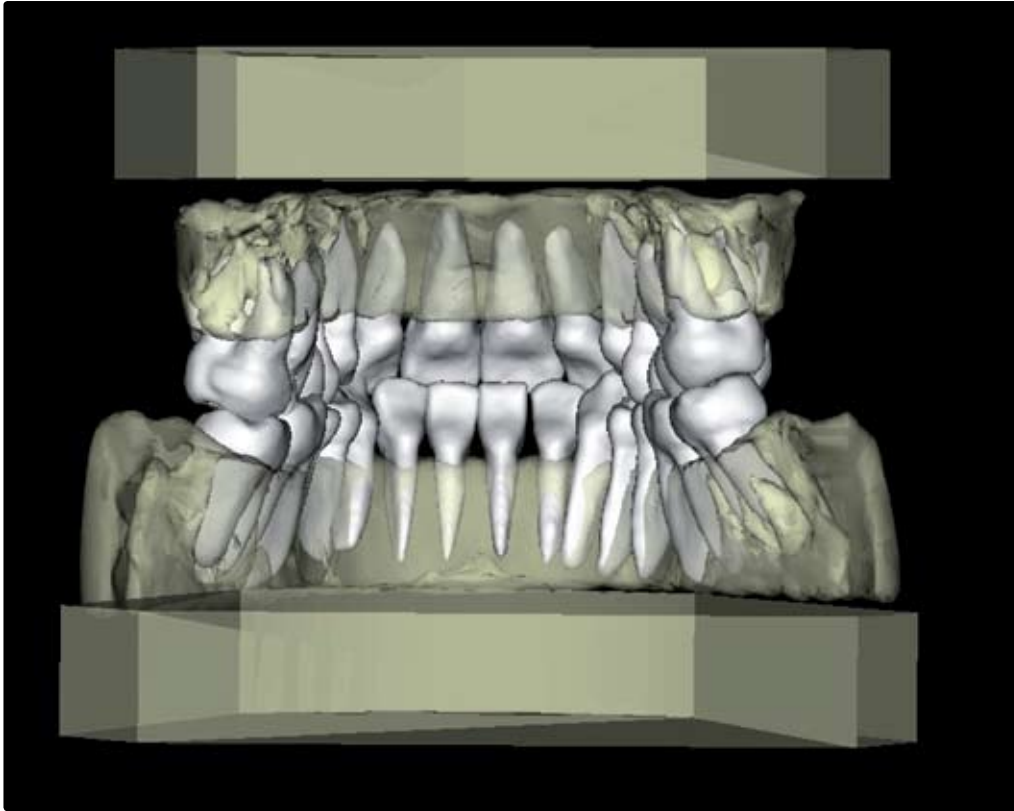


Fig. 9 – Vista lingual do modelo virtual gerado pelo *software* InVivoDental, AnatoModel da Anatomage (San Jose, EUA).

TCFC (Fig. 11) com uma relação projecional semelhante à telerradiografia convencional, ou de forma ortogonal, sem a magnificação inerente à técnica. Alguns pacientes apresentam osso alveolar delgado em torno das raízes. A identificação em tempo hábil dessa condição pode permitir ao ortodontista ficar alerta e eventualmente procurar o auxílio de outras especialidades, ou até mesmo contra indicá-lo. Na dentição mista, essas projeções poderão, efetivamente, ilustrar todo o processo de desenvolvimento da oclusão e desenvolvimento dos dentes, suas posições relativas e a formação das raízes. Dessa forma, essa avaliação habilita o clínico a gerenciar o processo eruptivo dos dentes e a realizar intervenções em tempo hábil, quando os problemas aparecerem (Fig. 12).

Dentes inclusos e impactados – a interpretação radiográfica, o diagnóstico das impações dentárias e as diferentes doenças associadas, têm sido, ao longo dos anos, um grande desafio para o clínico. Impacções dentárias podem ocorrer por fatores patológicos ou fatores relacionados

ao desenvolvimento, ambas as situações podem ser consideravelmente mais bem avaliadas com a TCFC. A localização tridimensional dos dentes impactados¹⁹⁻²² e a determinação do tipo de impacção podem ser determinadas pelas reconstruções multiplanares (axial, coronal e sagital), assim como pelas reconstruções em 3D, que permitem ao clínico perceber o real posicionamento espacial do dente na base óssea e sua relação com as estruturas adjacentes. No caso de um planejamento que faça a opção por exodontias, a localização de estruturas vitais pode ser obtida de forma acurada (Fig. 13).

É importante ressaltar o uso da TCFC para o auxílio no diagnóstico, no planejamento e no acompanhamento de tracionamento ortodôntico-cirúrgico de dente incluído. A TCFC é de grande valia para o acompanhamento do caso, considerando o espaço e o deslocamento dentário, bem como também identifica a posição do dente incluído em relação aos dentes vizinhos e verificação de reabsorção dentária destes (Fig. 14 A-H).



Fig. 10 – Corte longitudinal panorâmico gerado por meio de aquisição volumétrica por TCFC utilizando o *software* Dolphin (Chatsworth, EUA) Accorsi, 2009.

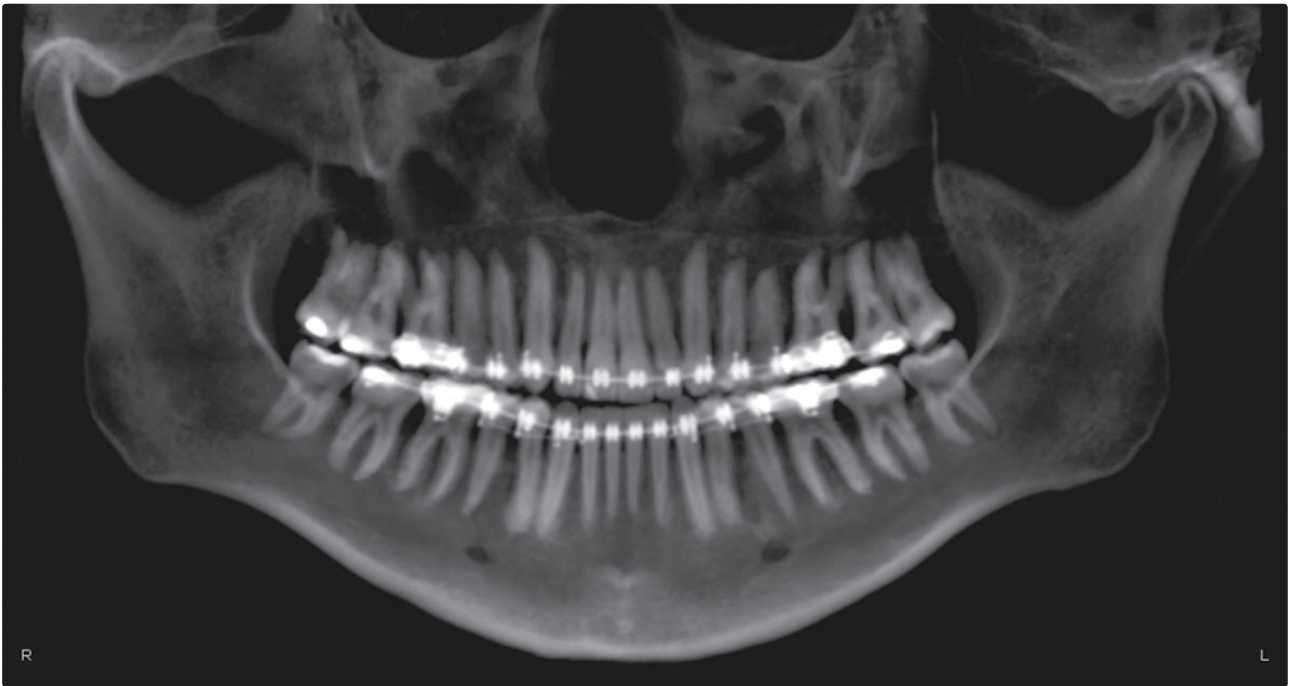


Fig. 11 – Telerradiografia em vista lateral gerada por meio de aquisição volumétrica por TCFC utilizando o *software* Dolphin (Chatsworth, EUA). Accorsi, 2009.



Fig. 12A – Radiografia panorâmica onde se pode notar a falta de espaço para os sucessores permanentes e a coroa do canino superior esquerdo sobre a raiz do incisivo lateral.



Fig. 12B – Reconstrução volumétrica em 3D com vista oclusal, onde se pode notar a distância entre a coroa do canino para a raiz do incisivo lateral.



Fig. 12C – Vista anterior (Accorsi, 2009).

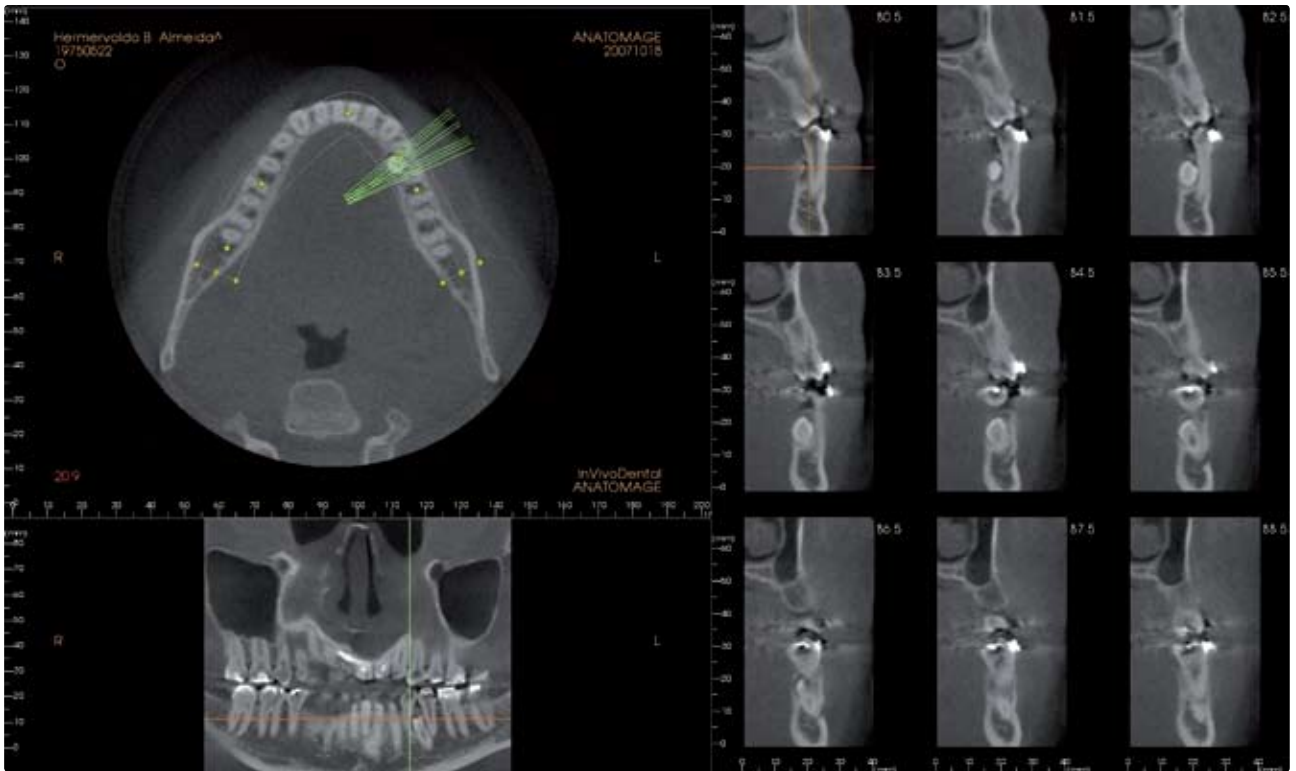


Fig. 13A – Cortes parassagitais demonstrando a localização lingual de um dente extranumerário incluso na região dos pré-molares inferiores do lado esquerdo.



Fig. 13B – Reconstrução em 3D por volume.

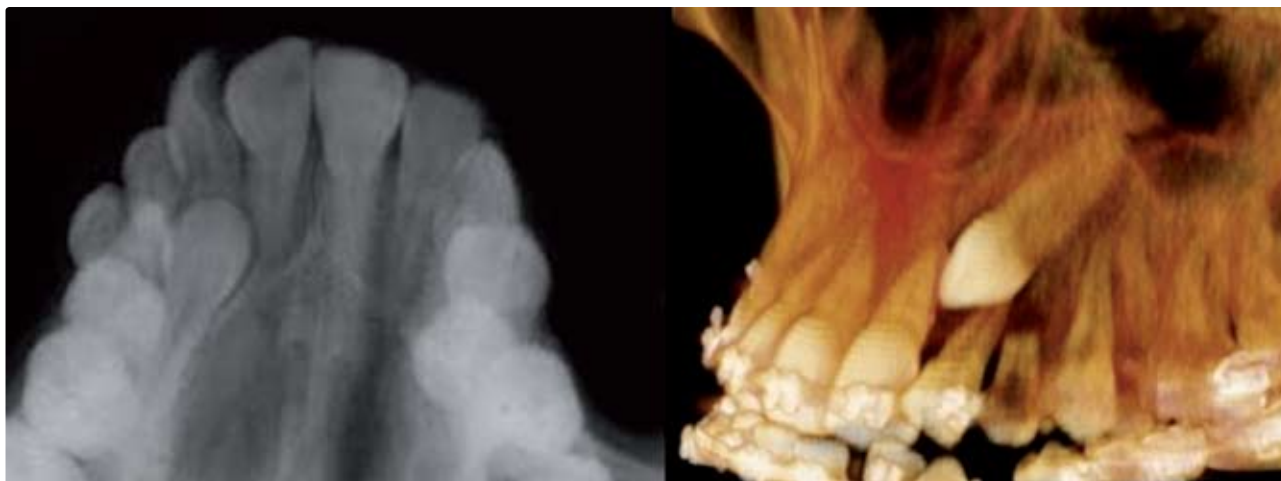


Fig. 13C – Radiografia oclusal à esquerda sugerindo uma impatcação palatina no canino superior esquerdo e à direita onde se pode visualizar claramente o posicionamento vestibulopalatino do dente incluído por meio da reconstrução em 3D (Accorsi, 2009).

Articulação temporomandibular (ATMs) – secções coronais e sagitais das ATMs estão incluídas na análise ortodôntica em 3D. Estes cortes das ATMs podem ser correlacionados com as vistas oclusais, uma vez que todo o volume é produzido de uma só vez.

Seios maxilares e vias aéreas²³⁻²⁶ – uma análise coronal, sagital e oblíqua dos seios maxilares e das vias aéreas pode ser realizada (Figs. 15 a 18). Esta informação é particularmente relevante ao ortodontista, uma vez que a obstrução das vias aéreas e a consequente respiração bucal podem ser consideradas fator etiológico primário de má oclusão. A apneia obstrutiva noturna (AON) é caracterizada pelo ronco e pode ser definida como a interrupção da respiração durante o sono em função de uma obstrução mecânica pelo retroposicionamento da língua nas vias aéreas, excesso de tecidos nas vias aéreas superiores ou traqueia parcialmente colapsada. Em função das novas técnicas de diagnóstico, a AON tem sido mais notadamente identificada e tratada, e uma avaliação tridimensional por meio das imagens geradas pela TCFC, permite uma quantificação volumétrica em 3D das áreas mais afetadas, ou estreitadas ao longo de toda a trajetória espacial das vias aéreas (Figs. 21 e 22). Dessa forma, a obtenção de novos valores de referência de forma volumétrica será útil no diagnóstico diferencial para os casos ortodôntico-cirúrgicos, principal-

mente para aqueles com deficiência esquelética de mandíbula (Figs. 20 e 21).

Sobreposições – tratamentos cirúrgicos trazem em sua base terapêutica a modificação do posicionamento espacial das bases esqueléticas, assim como suas inter-relações. Alterações importantes também ocorrem na face e nas vias aéreas após os procedimentos ortodôntico/cirúrgicos. Remodelamentos articulares e dentoalveolares também são verificados após a utilização de aparelhos ortopédicos, como, por exemplo, o aparelho de Herbst. Dessa forma, a TCFC permite, por meio de ferramentas disponíveis em *softwares* independentes, a sobreposição de volumes em 3D, que podem quantificar de forma espacial e indicar a direção de todas as modificações pós-cirúrgicas e/ou ortopédicas²⁷⁻²⁹ (Figs. 23 a 25).

Procedimentos cirúrgicos – como as modalidades atuais de tratamento ortodôntico estão tornando-se mais sofisticadas, a necessidade de registros precisos em 3D do paciente torna-se cada vez mais crítica. Por exemplo, durante a distração osteogênica, um dos aspectos mais significativos é movimentar e posicionar o segmento na simetria em 3D, com harmonia oclusal e funcional. Dessa forma, o planejamento e a execução destes procedimentos poderão ser simulados e monitorados com grande aplicabilidade nas cirurgias ortognáticas^{11, 30-35}.

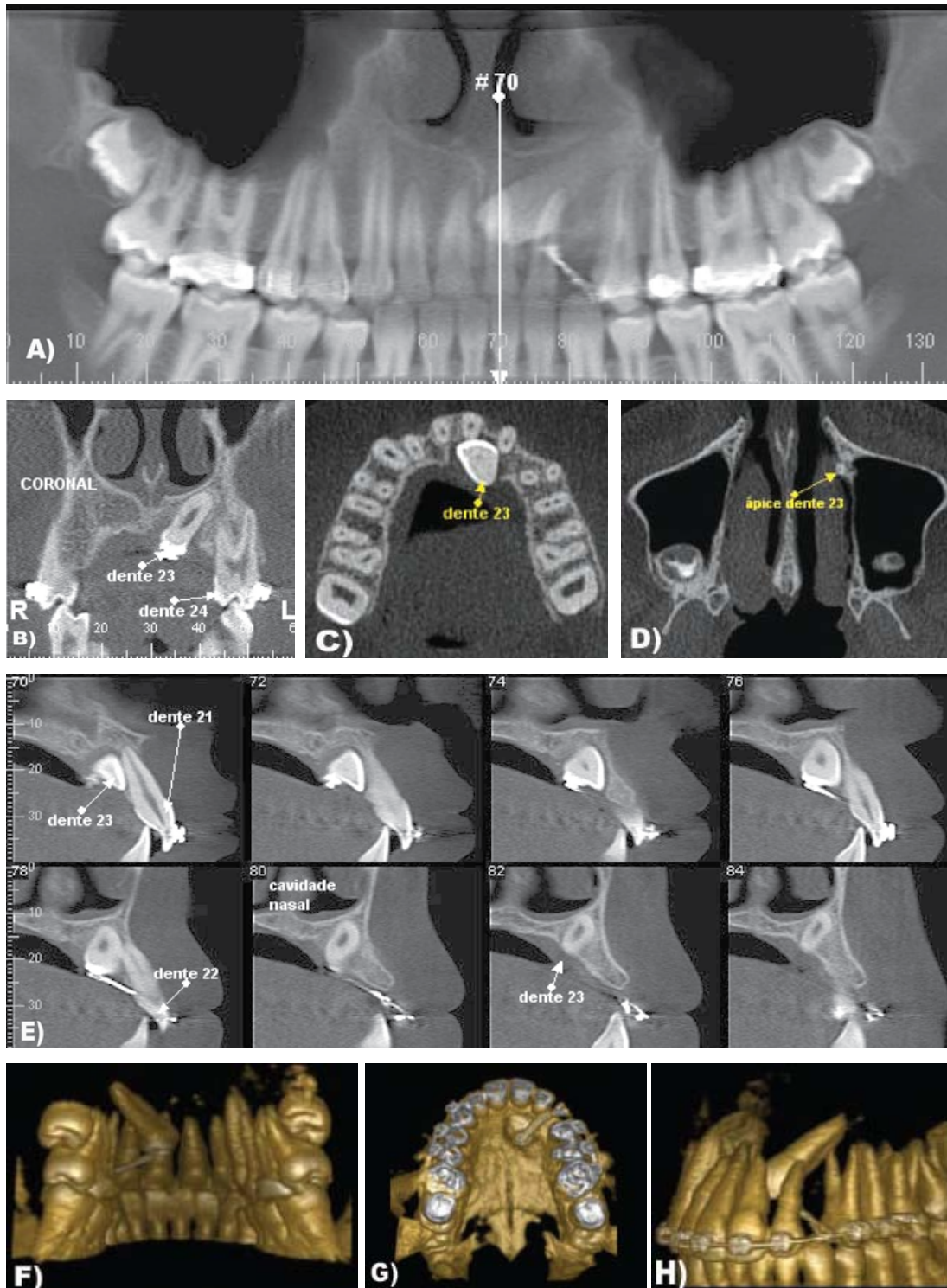


Fig. 14 - A) Corte axial demonstrando posicionamento palatino do dente 23, assim como seu relacionamento com as raízes dos dentes contíguos. B) Corte axial demonstrando relacionamento do ápice dente 23 com o seio maxilar e a cavidade nasal. C) Corte coronal demonstrando relacionamento do dente 23 com as demais estruturas anexas como fossa nasal e primeiro pré-molar superior esquerdo (24). D) Reconstrução coronal panorâmica mostrando o dente 23 incluído. E) Cortes parassagitais demonstrando posicionamento do dente incluído em relação aos dentes 21 e 22, auxiliando no planejamento do tração ortodôntico. F-H) Reconstrução em 3D imagem posteroanterior, inferossuperior e lateral (respectivamente) evidenciando o posicionamento espacial do tração do dente 23, assim como a relação do fio com a superfície dentária.

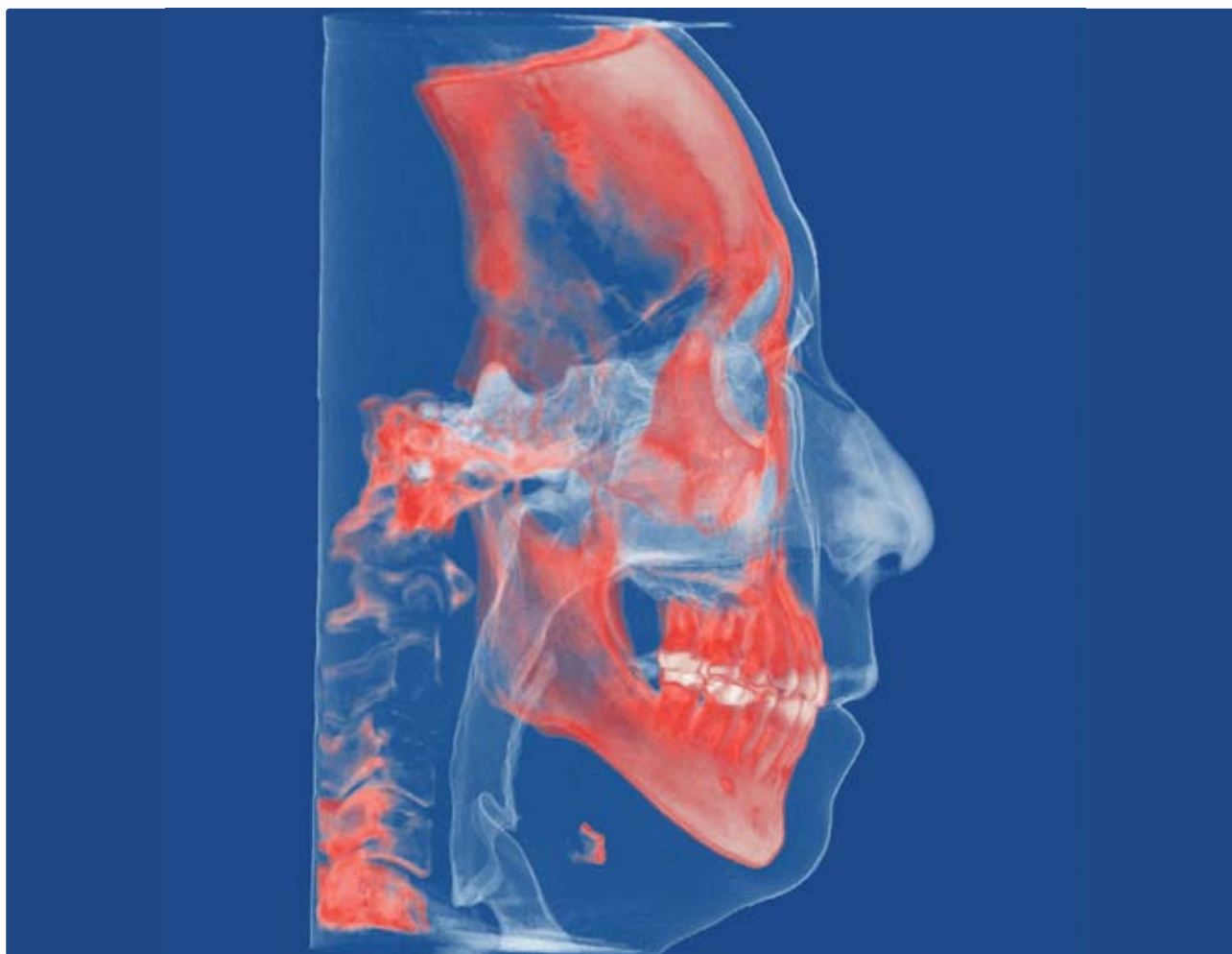


Fig. 15 – Reconstrução tridimensional de tecidos moles/vias aéreas e tecidos duros/esqueleto craniofacial (coloração, transparência e segmentação ajustáveis). Observa-se a intimidade e o relacionamento destes tecidos. Dolphin Imaging 3D/Dicom Icat voxel 0,4 mm/EFOV 24 cm estendida.

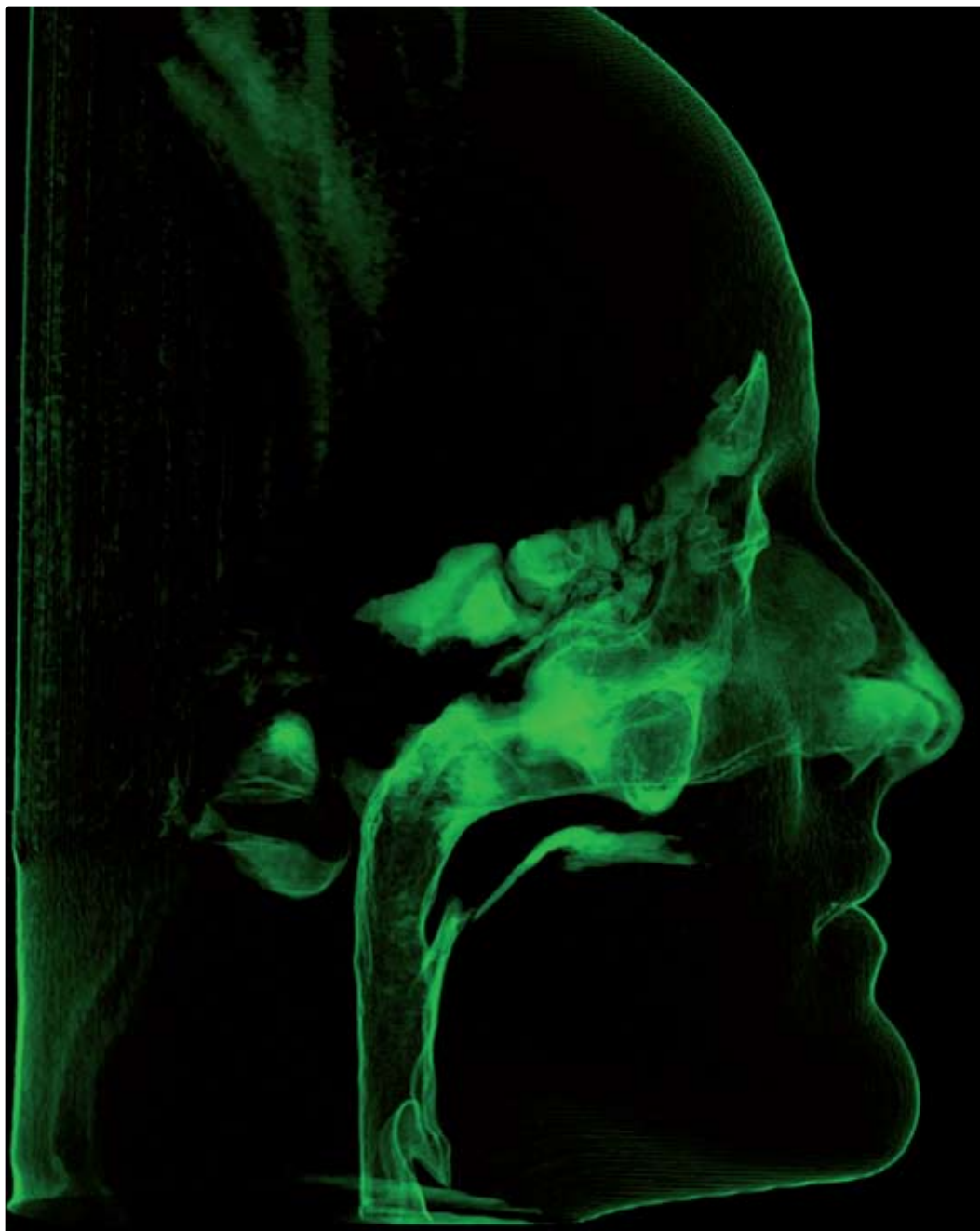


Fig. 16 – Reconstrução tridimensional de tecidos moles/vias aéreas permitindo avaliação qualitativa das cavidades/seios frontais, paranasais e maxilares, assim como o *cavum* aéreo superior (das narinas até a orofaringe). Dolphin Imaging 3D/Dicom Icat voxel 0,4 mm/EFOV 24 cm estendido.

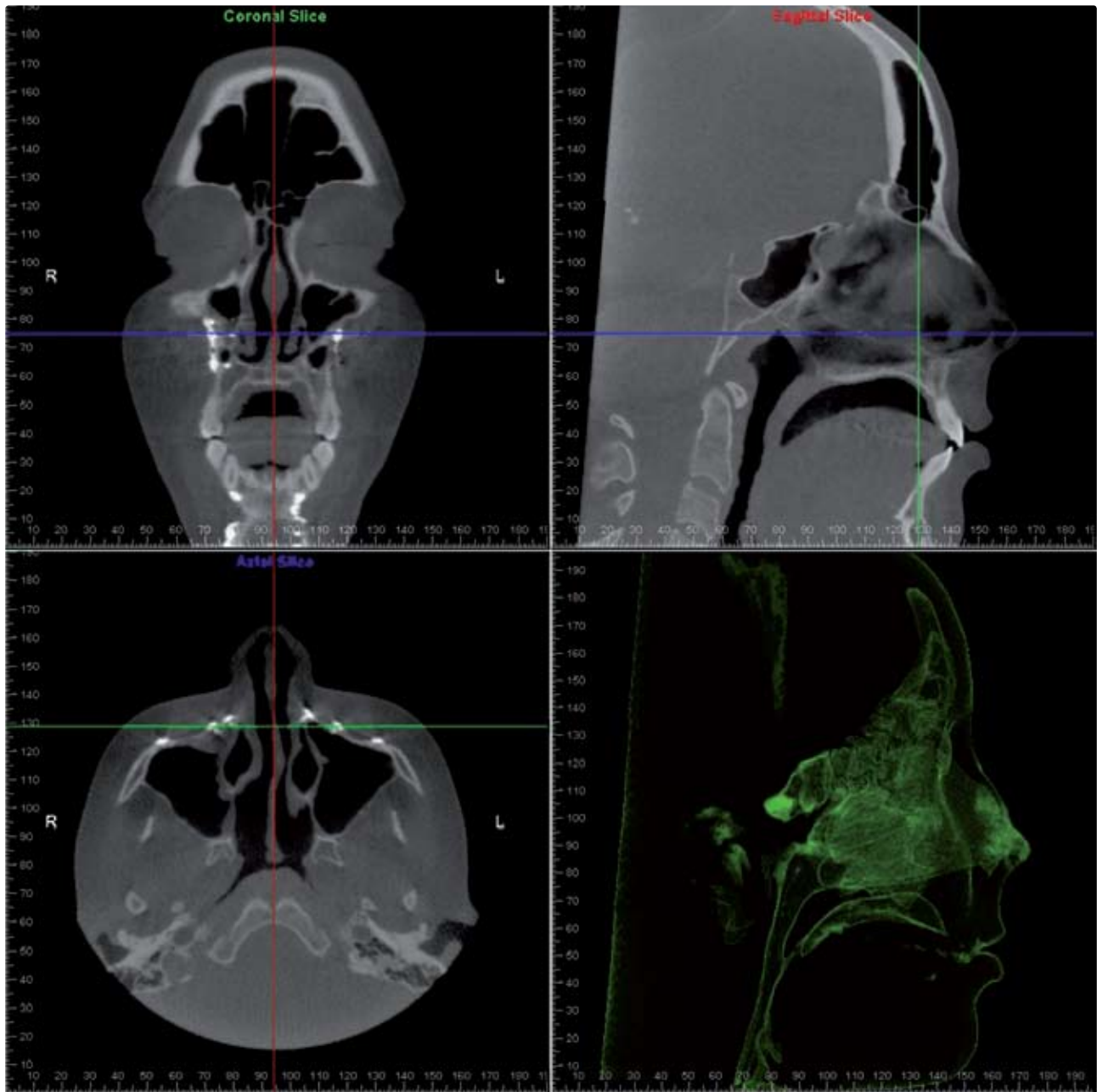
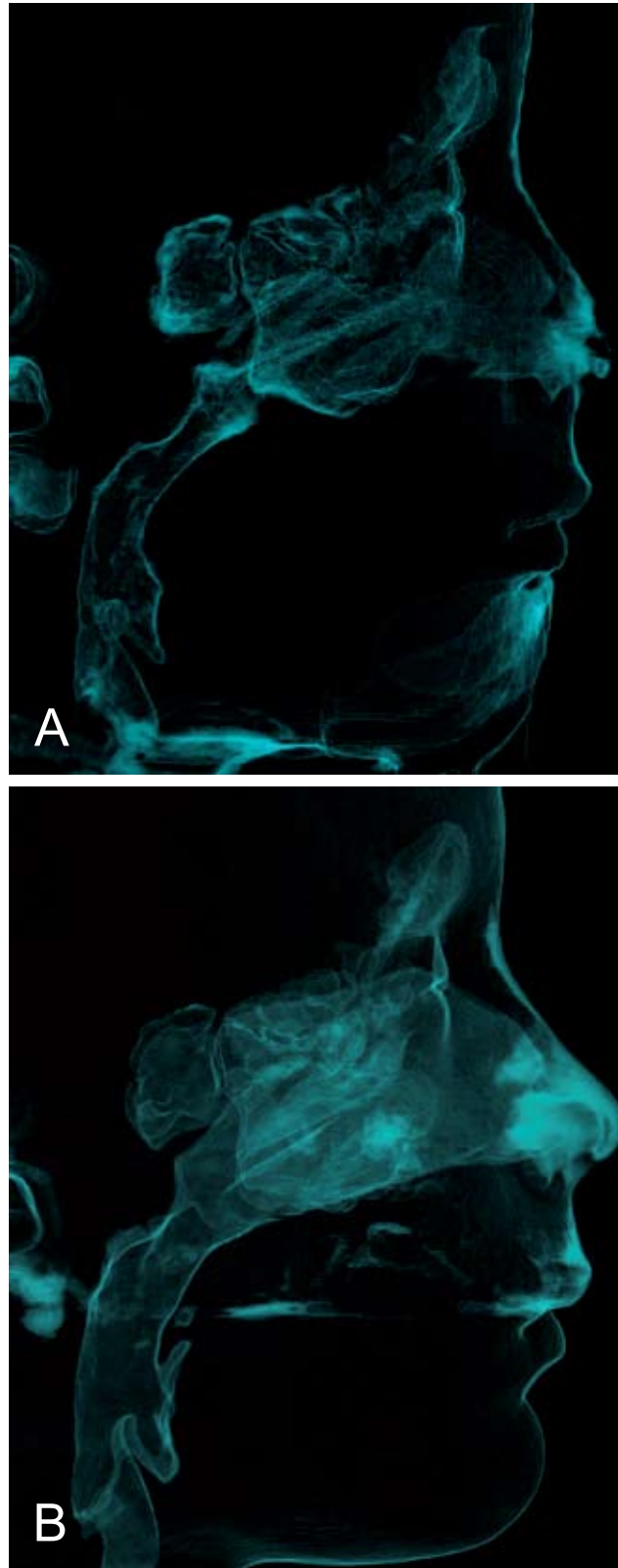


Fig. 17 – Observação simultânea e paralela dos cortes sagitais, axiais e coronais (RMP) com reconstrução tridimensional dos tecidos moles/vias aéreas. Processamento: Dolphin Imaging 3D/Dicom Icat voxel 0,4 mm/EFOV 24 cm estendido.



Figs. 18A e B – Observação comparativa de reconstrução tridimensional dos tecidos moles/vias aéreas de um mesmo paciente infantil: pré-tratamento (esquerda) e pós-tratamento (direita) com expansão rápida de maxila. Observa-se notável modificação e ampliação do *cavum* aéreo após terapia de expansão maxilar. Processamento: Dolphin Imaging 3D/Dicom Icat voxel 0,4 mm/EFOV 24 cm estendido.



Fig. 19A – Corte axial com cálculo da área em milímetros da via aérea utilizando o *software* InVivoDental, onde se pode notar um grande estreitamento (San Jose, EUA).

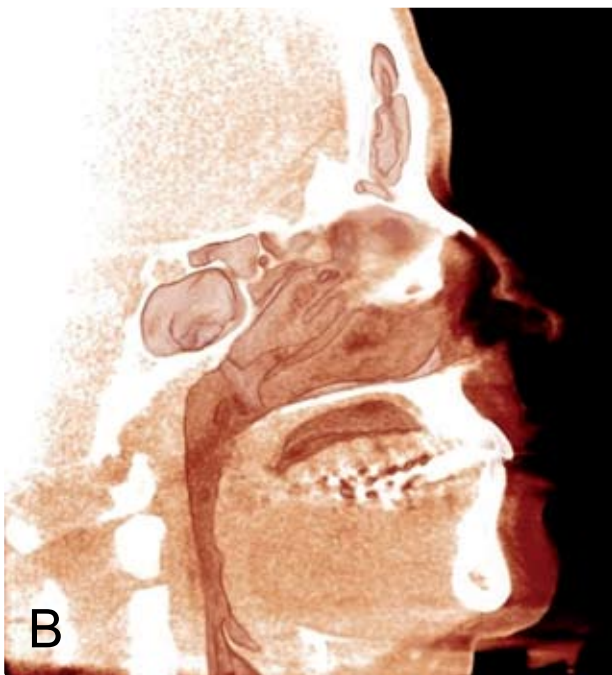


Fig. 19 – B) Corte sagital com reconstrução em 3D mostrando a anatomia das vias aéreas. C) Filtro utilizado para mostrar apenas as vias aéreas de forma volumétrica (Accorsi, 2009).

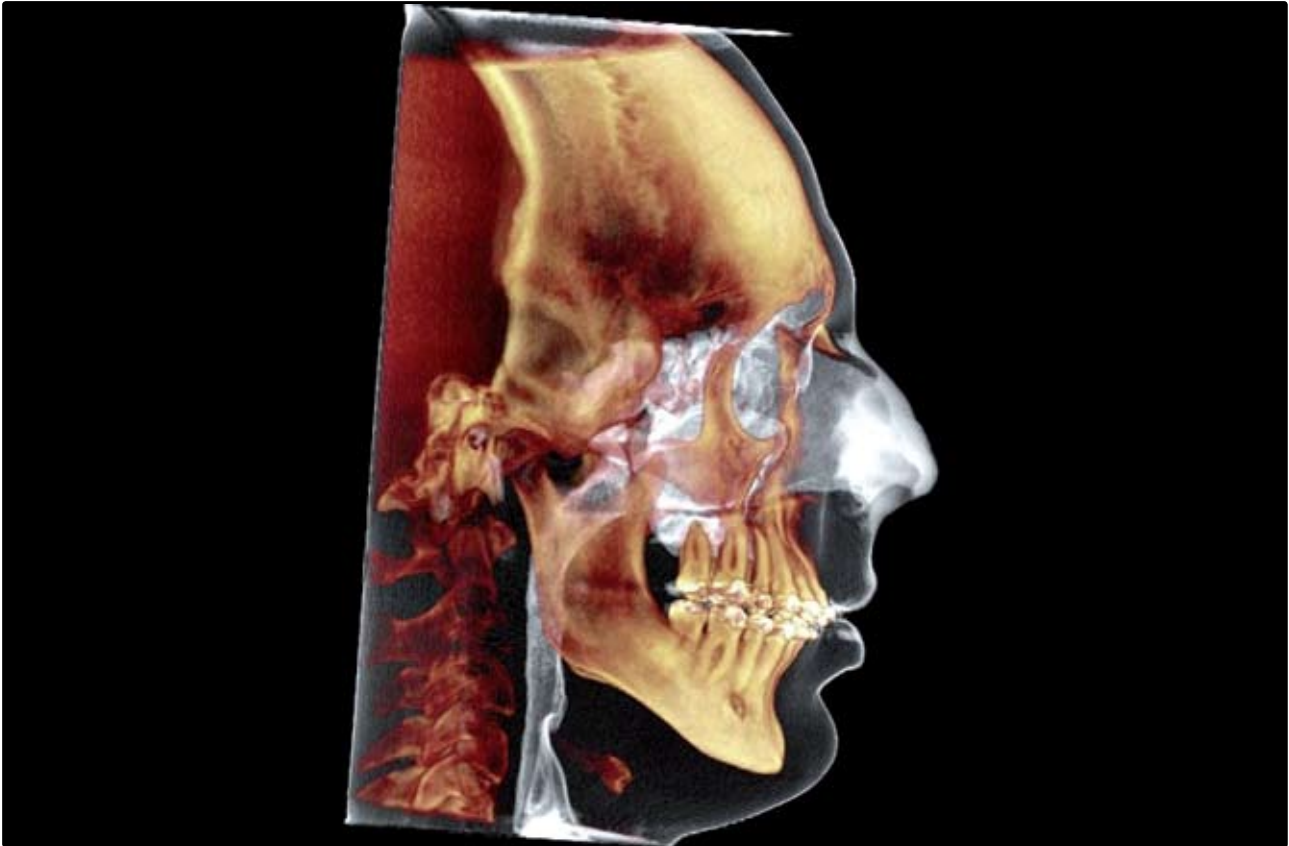
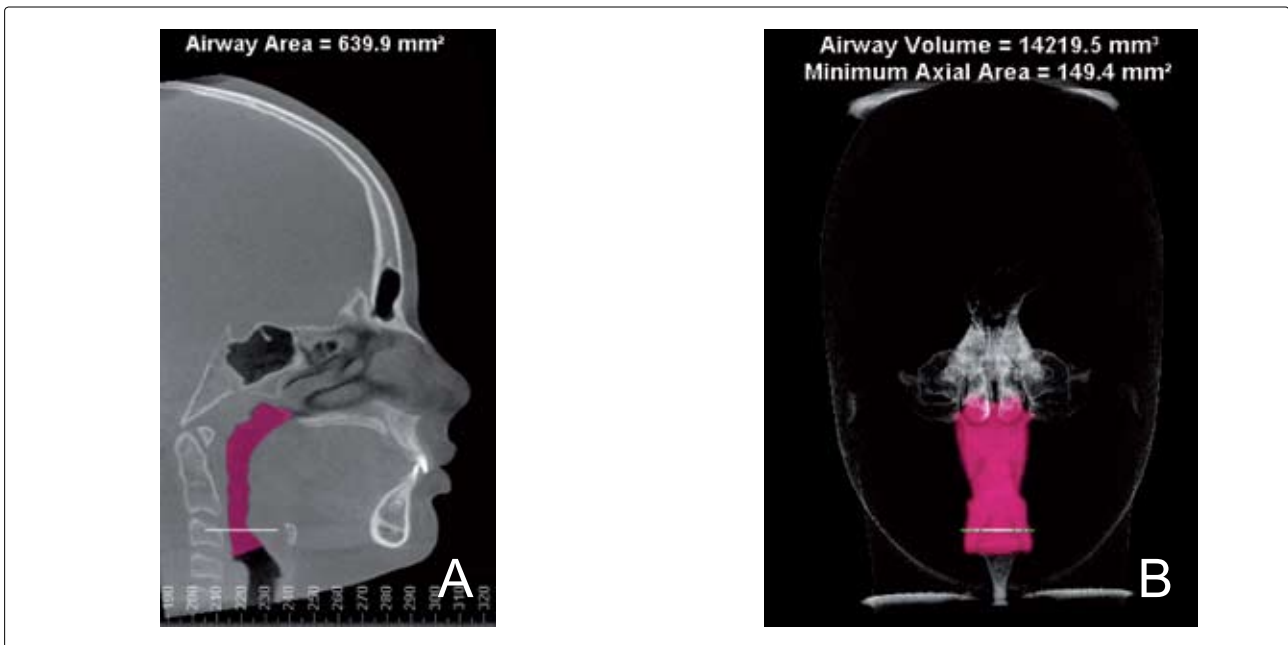
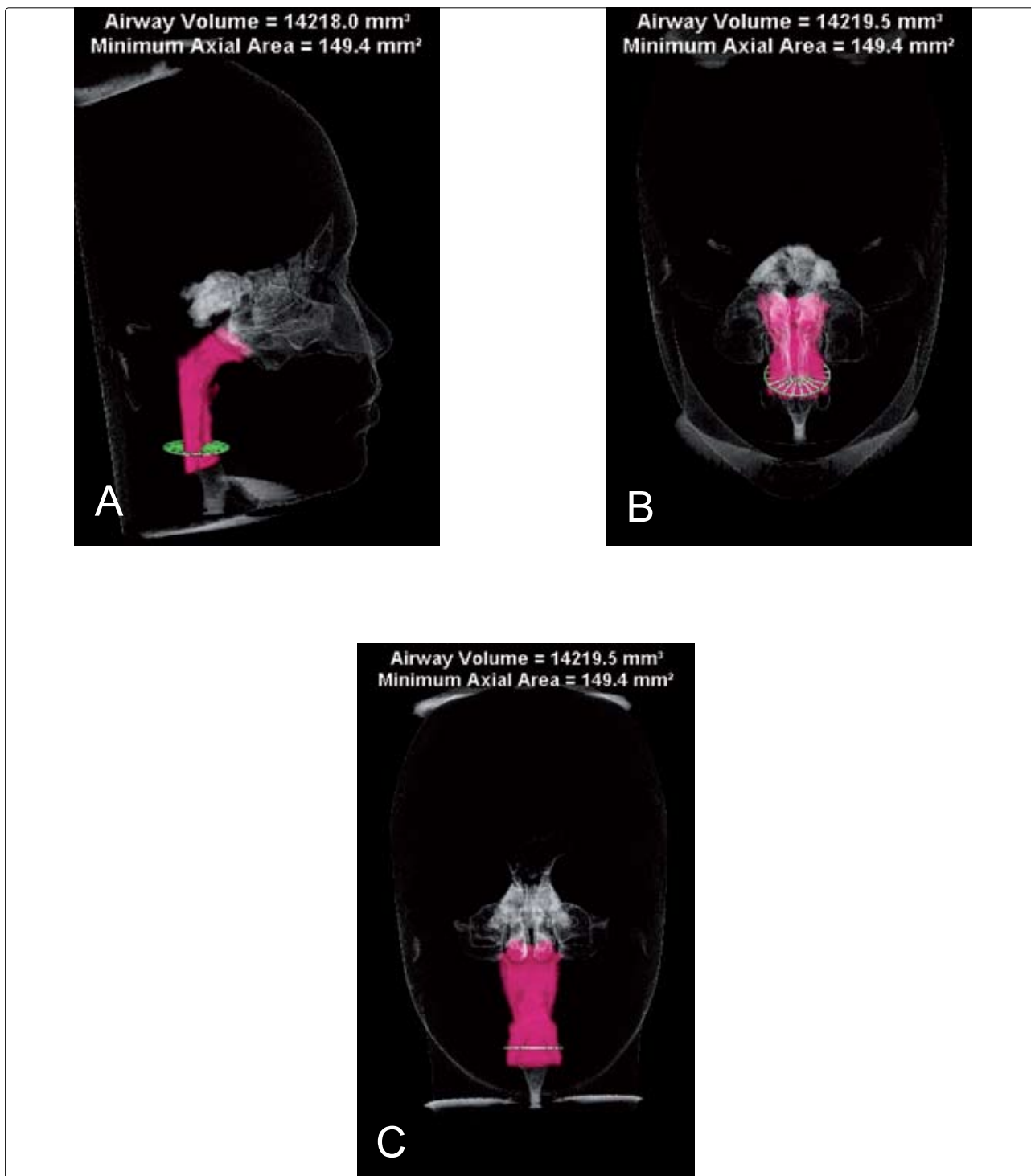


Fig. 20 – Sobreposição de vias aéreas e esqueleto craniofacial em vista sagital utilizando o *software* Dolphin (Chatsworth, EUA) em paciente com deficiência bimaxilar (Accorsi, 2009).



Figs. 21A e B – Observação de corte sagital (RMP) e reconstrução tridimensional dos tecidos moles/vias aéreas (visão frontal) de um paciente: delimitando-se a área do *cavum* aéreo de interesse por meio de pontos craniométricos protocolados (ENP-SEO-VC3-Hio) pode-se obter calculado o volume aéreo delimitado, assim como a porção do *cavum* de menor área (maior constrição/área axial mínima). Processamento: Dolphin Imaging 3D/Dicom Icat voxel 0,4 mm/EFOV 24 cm estendido.



Figs. 22A a C – Análise quantitativa e qualitativa das vias aéreas. Observa-se por diferentes orientações (visão frontal inclinada/frontal e lateral) a reconstrução tridimensional dos tecidos moles/vias aéreas (em branco) de um mesmo paciente com quantificação do volume aéreo delimitado (em rosa), assim como a porção do *cavum* de menor área (maior constrição/área axial mínima) evidenciada por disco em verde. Processamento: Dolphin Imaging 3D/Dicom Icat voxel 0,4 mm/EFOV 24 cm estendido.

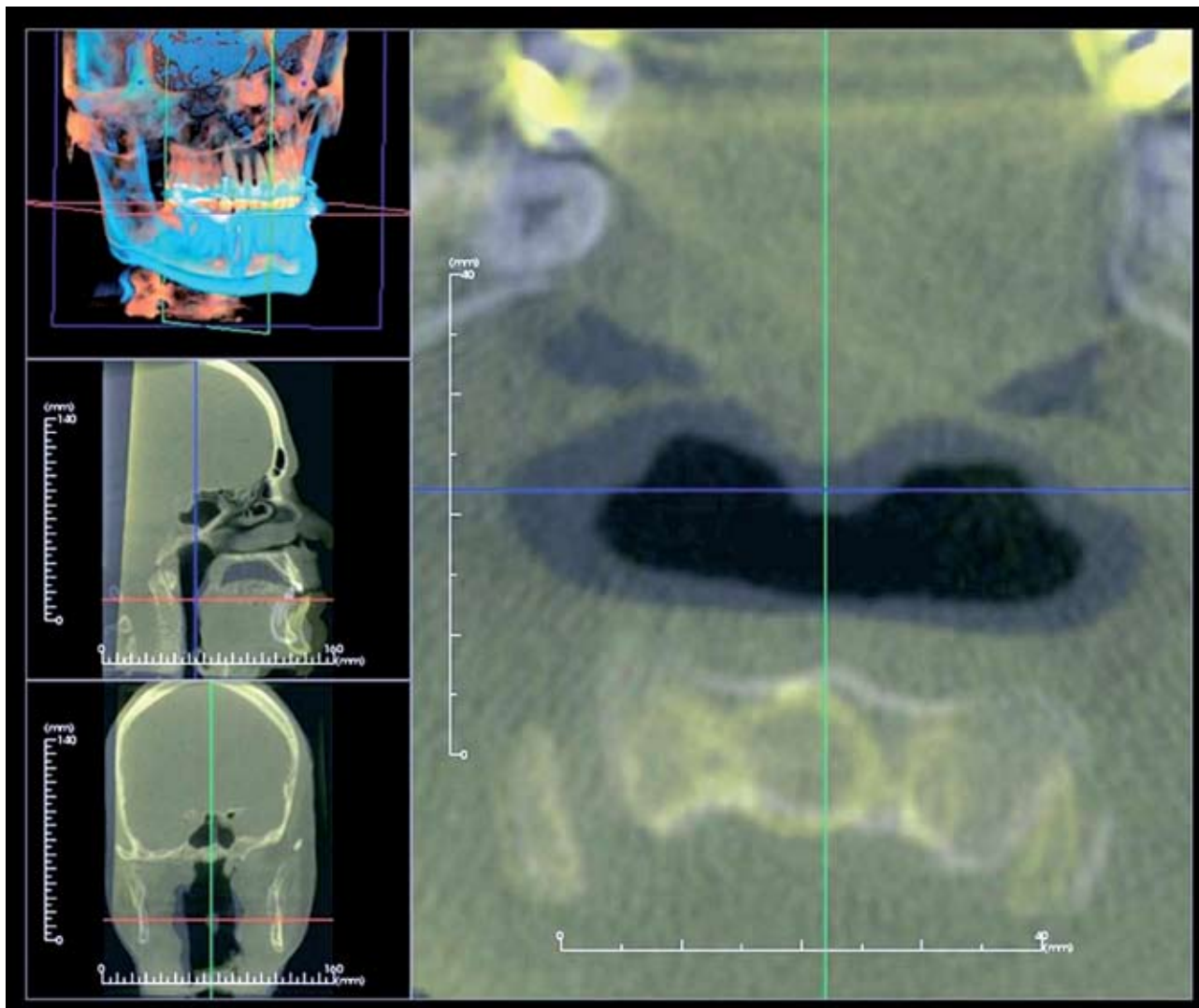


Fig. 23 – Subtração radiográfica utilizando o *software* InVivoDental para demonstrar a aumento na patência das vias aéreas após a colocação de dispositivo de avanço mandibular (McCrillis, 2009).



Fig. 24 – Documentação ortodôntica tridimensional (“ideal”). Segurança e precisão no diagnóstico por qualidade de imagens e radiografias (projeções geradas), ausência de ampliação/distorção (1:1) e quantidade de informação. Processamento: Dolphin Imaging Plus, CephTracing, Treatment Simulation e 3D/Dicom Icat voxel 0,4 mm/EFOV 24 cm estendido. A) Fotos faciais e intrabucais em *layout* integrado.



Fig. 24B – Reconstrução tridimensional de tecidos duros/esqueleto craniofacial (coloração, segmentação e transparência ajustável). Esquerda – sólido. Direita – transparência.

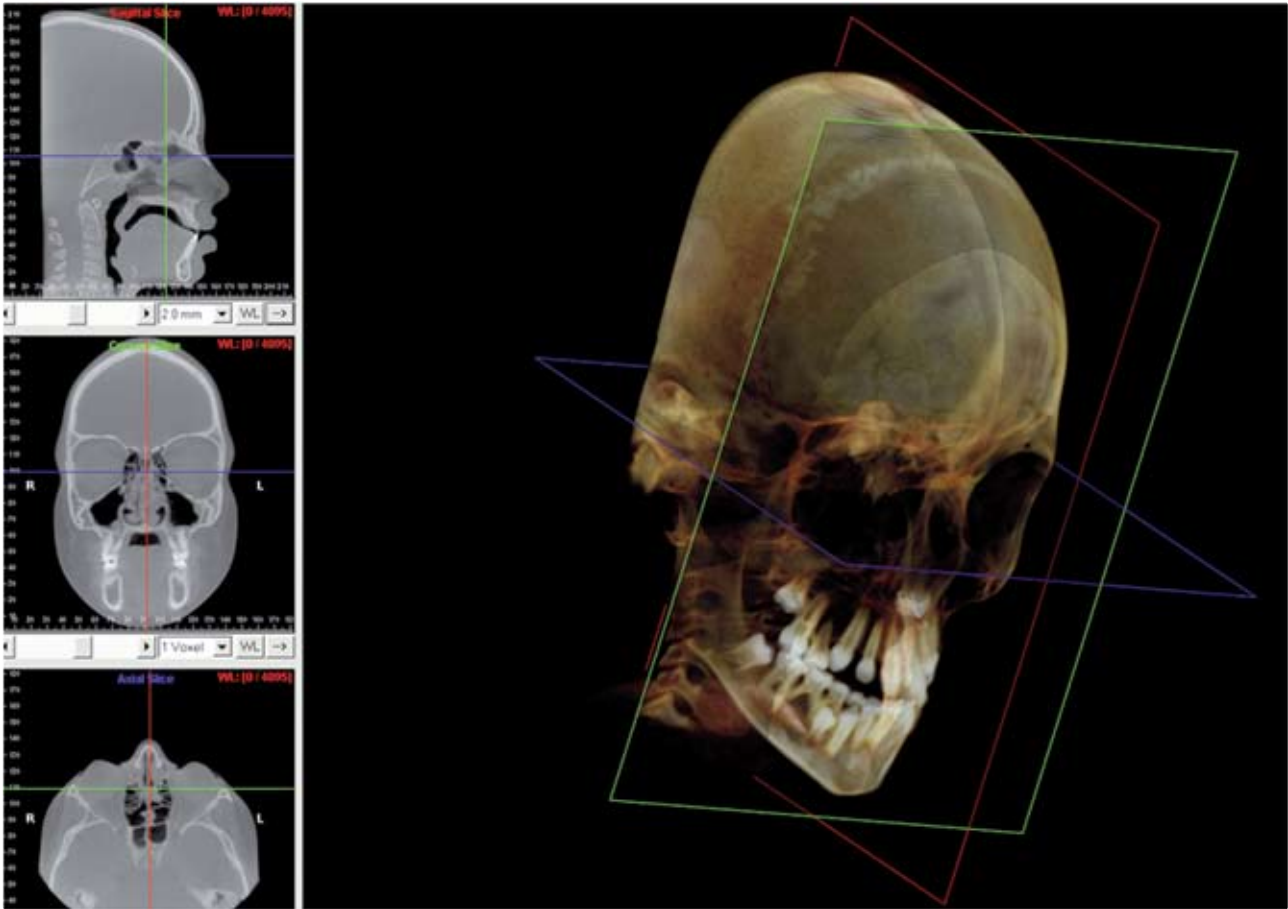


Fig. 24C – Observação simultânea e paralela dos cortes/planos sagital/vermelho, axial/azul e coronal/verde (MPR/identificação por cores) com reconstrução tridimensional dos tecidos duros.



Fig. 24D – Reconstrução tridimensional de tecidos duros/esqueleto craniofacial (coloração, segmentação e transparência ajustável). Visão lateral esquerda e direita.

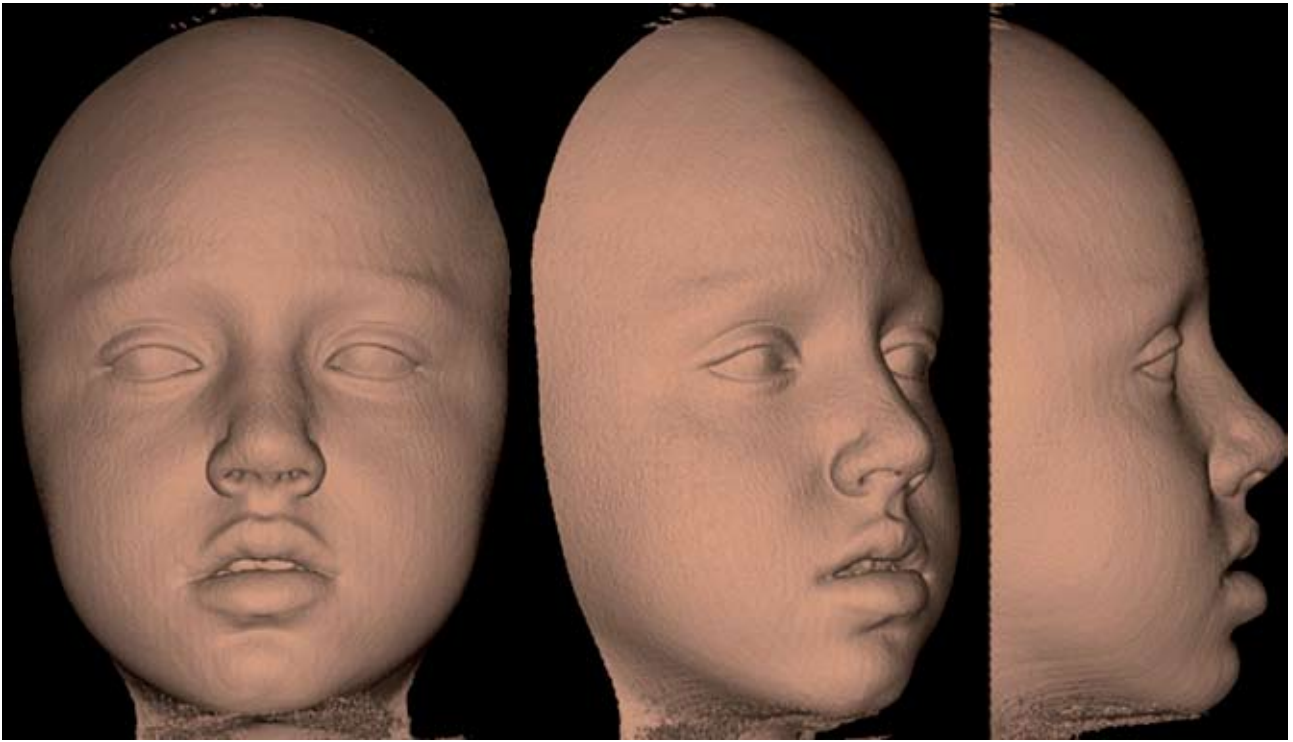


Fig. 24E – Reconstrução tridimensional de tecidos moles/superfície da pele – sólido (coloração, segmentação e transparência ajustável). Visão frontal, lateral/oblíqua 45° e de perfil.



Fig. 24F – Reconstrução tridimensional combinada: tecidos moles/superfície da pele e duros/esqueleto craniofacial – sólido (coloração, segmentação e transparência ajustável). Visão frontal, lateral/oblíqua 45° e de perfil. Observam-se a intimidade e o relacionamento destes tecidos.

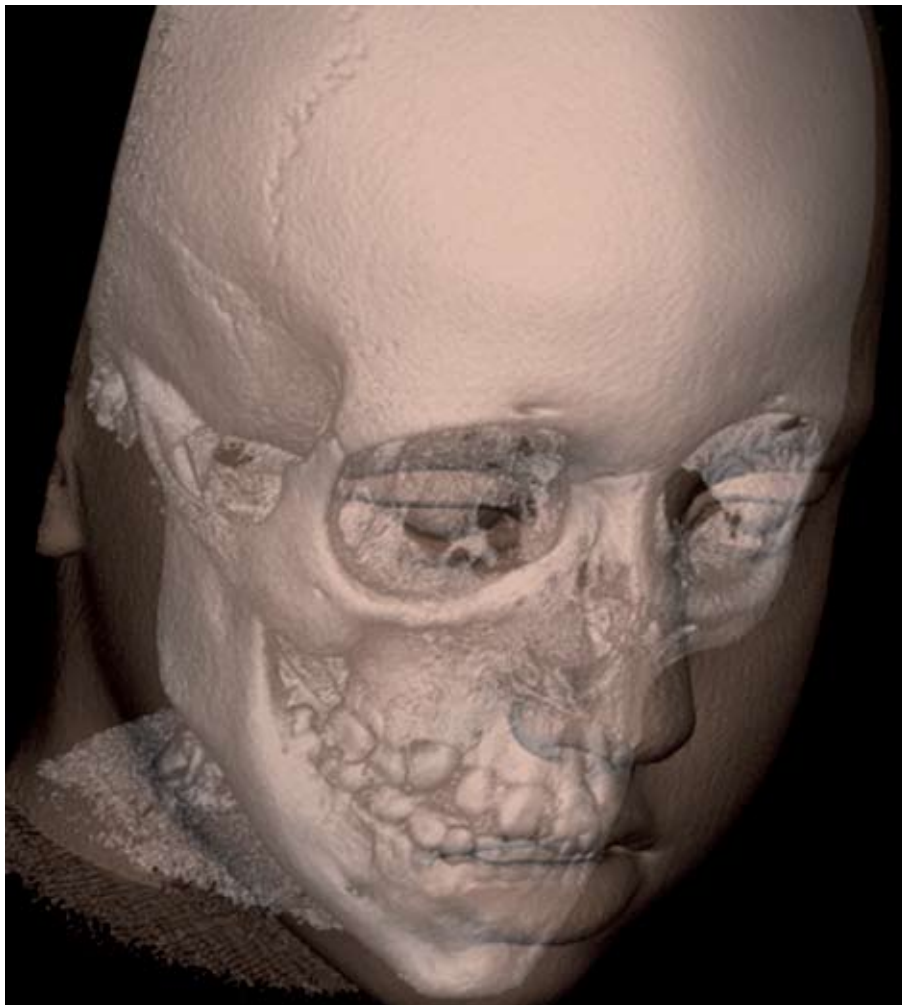


Fig. 24G – Ampliação da imagem 13 em visão oblíqua 45°.



Fig. 24H – Reconstrução tridimensional de tecidos moles/vias aéreas e tecidos duros/esqueleto craniofacial (coloração, transparência e segmentação ajustável). Observa-se a intimidade e o relacionamento destes tecidos. Visão frontal, lateral/oblíqua 45° e de perfil. Observam-se a intimidade e o relacionamento destes tecidos.



Fig. 24I – Reconstrução tridimensional de tecidos moles/vias aéreas (coloração, transparência e segmentação ajustável). Visão de perfil esquerdo frontal e perfil direito.



Fig. 24J – Reconstrução tridimensional combinada: tecidos moles/superfície da pele – foto 3D (máscara – *facial wrap*) e duros/esqueleto craniofacial – sólido (coloração, segmentação e transparência ajustável). Visão frontal inclinada e de perfil. Observam-se a intimidade e o relacionamento destes tecidos com a “realisticidade” da imagem – foto 3D.

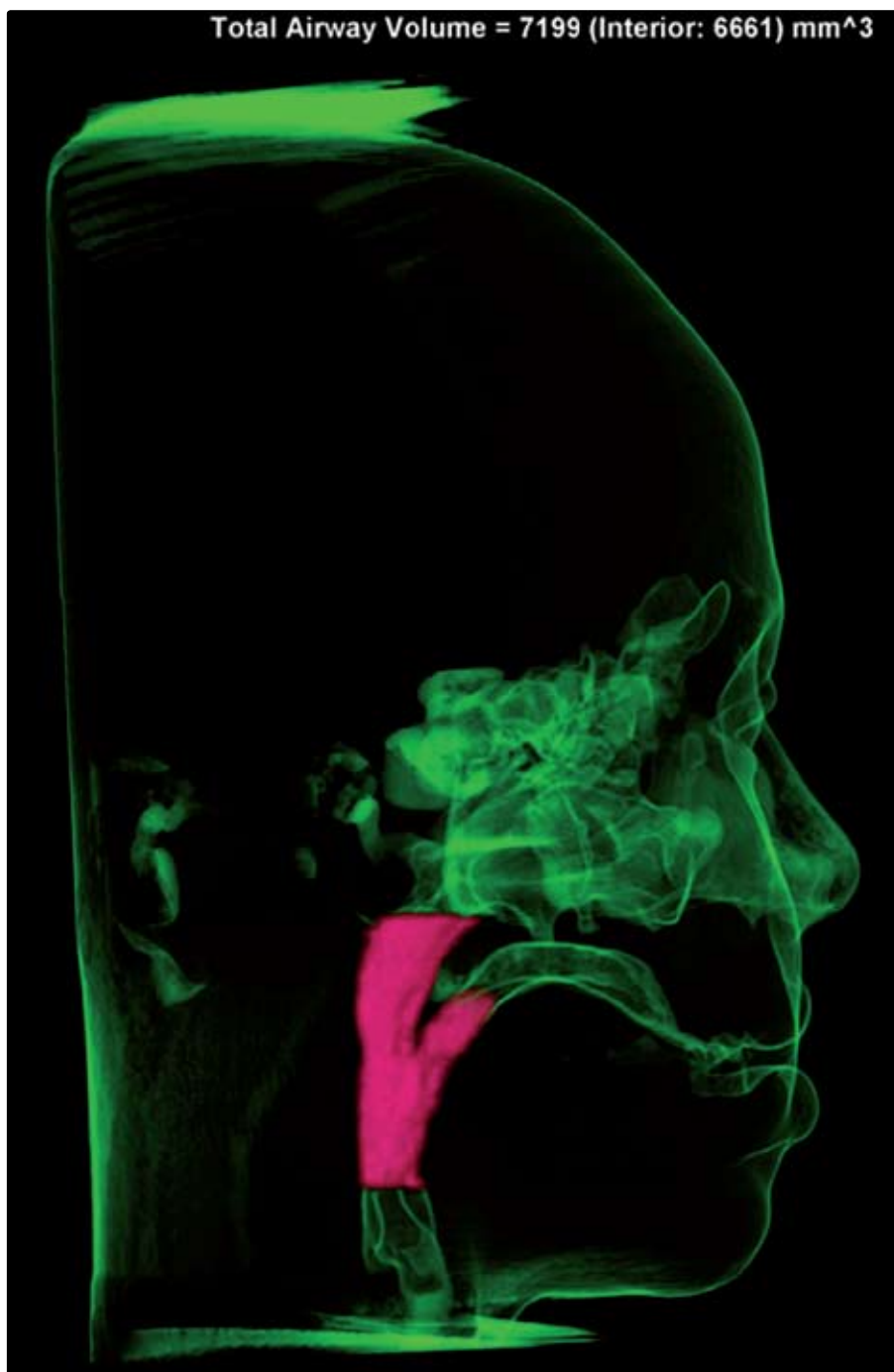


Fig. 24L – Análises quantitativa e qualitativa das vias aéreas. Observa-se na vista lateral a reconstrução tridimensional dos tecidos moles/vias aéreas (em verde) de um paciente com quantificação do volume aéreo delimitado (em rosa).



Fig. 25A – Reconstrução tridimensional combinada: tecidos moles/superfície da pele – foto 3D (máscara – *facial wrap*) e duros/esqueleto craniofacial – sólido (coloração, segmentação e transparência ajustável). Visão frontal inclinada e de perfil. Observam-se a assimetria da face, a intimidade e o relacionamento destes tecidos com a "realisticidade" da imagem – foto 3D. Esquerda, frontal e direita, frontal.

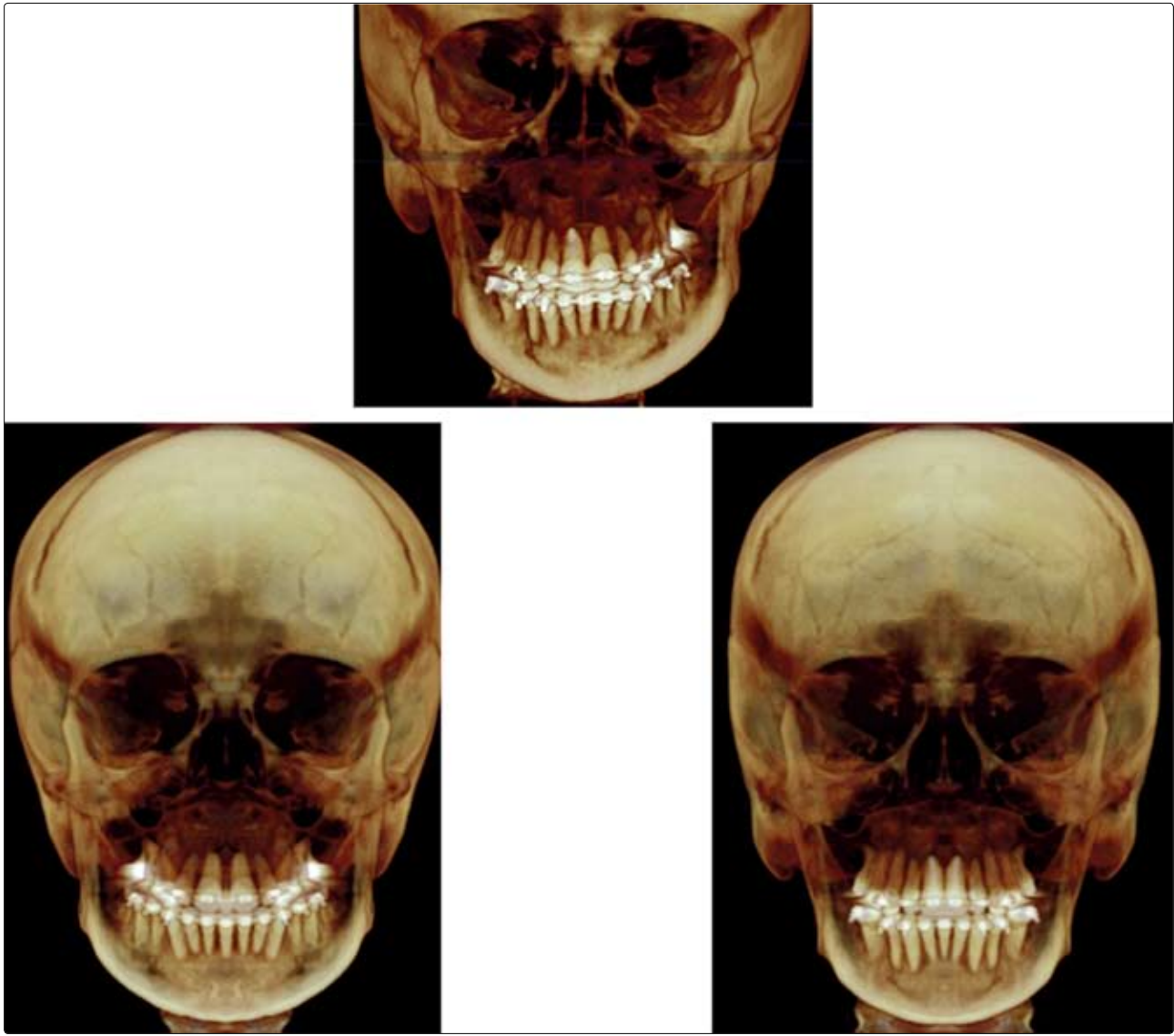


Fig. 25B – Reconstrução tridimensional de tecidos duros/esqueleto craniofacial (coloração, segmentação e transparência ajustável). Observa-se a assimetria facial da paciente. Visão frontal (superior), com espelhamento volumétrico (*mirroring*) da hemiface esquerda – inferior esquerda e da hemiface direita – inferior direita.

Desvantagens

Levando-se em conta o estágio atual de desenvolvimento das técnicas tomográficas, estas modalidades de exames ainda deverão se tornar mais populares e acessíveis, uma vez que os aparelhos se encontram localizados, em sua maioria, nos grandes centros urbanos. O acesso aos protocolos de avaliação e aos *softwares* para o pós-processamento das imagens, que pode ser realizado no consultório do ortodontista após a avaliação do radiologista, também deve tornar-se mais po-

pular. Principalmente em relação à Ortodontia baseada em evidências científicas, ainda existe uma carência de valores de referências consistentes para uma avaliação cefalométrica 3D^{36,37}.

Cefalometria 3D

A cefalometria radiográfica tornou-se viável após a padronização da obtenção das radiografias cefalométricas por Broadbent, em 1931, e persiste como ferramenta clínica vital na inspe-

ção e determinação da morfologia e crescimento craniofacial, diagnóstico das anomalias, previsão, planejamento e avaliação dos resultados. É um método quantitativo prático que permite a investigação e avaliação das relações dentárias, esqueléticas e tegumentares. Desde Broadbent, muitas técnicas foram desenvolvidas na tentativa de compensar as limitações das medições bidimensionais, as quais incluem o próprio cefalostato de Broadbent, o sistema de estereometria coplanar, a análise cefalométrica multiplosos basilar e a estereorradiografia biplanar cefalométrica.

Com o advento da tomografia computadorizada, medidas reais puderam ser obtidas em uma reconstrução em 3D. A imagem espacial das estruturas craniofaciais pôde ser produzida e as estruturas internas serem observadas, removendo-se as superfícies exteriores e os vários órgãos e estruturas serem observados independentemente, mudando-se a densidade dos tecidos. Uma imagem em 3D mostra também as assimetrias do terço médio da face e a base craniana, de difícil observação com a radiografia convencional. O conceito fundamental da reconstrução em 3D é que ela resulta de um volume que pode ser reformatado,

provendo infinitas perspectivas. Dessa forma, medidas craniométricas em 3D a partir da TCFC, são ferramentas poderosas de diagnóstico com diversas vantagens, como uma avaliação volumétrica dos tecidos duros e moles da cabeça, em tamanho real e sem nenhuma sobreposição de estruturas anatômicas e a obtenção de medidas apresenta precisão e acurácia elevadas, conforme mostram os estudos de Cavalcanti (Figs. 26 A e B).

Entretanto, é necessário um entendimento que as imagens radiográficas convencionais ainda terão seu espaço no cenário ortodôntico, principalmente pela logística favorável, como também no que se refere a análise cefalométrica para a Ortodontia clínica, que corresponde aos tradicionais traçados padrões como USP, UNICAMP, Mc Namara. Além disso, as estatísticas dos padrões de normalidade para crescimento de várias populações foram obtidas por meio da cefalometria radiográfica, o que requer ainda novos estudos por meio da tomografia computadorizada. As análises cefalométricas em 3D ainda estão em desenvolvimento em centros de pesquisa e essa mudança de paradigma no diagnóstico e planejamento em Ortodontia, demandará algum tempo.

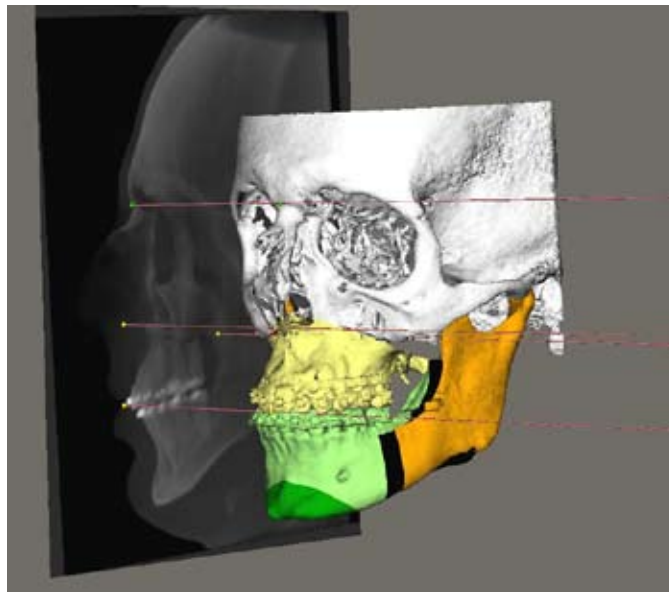
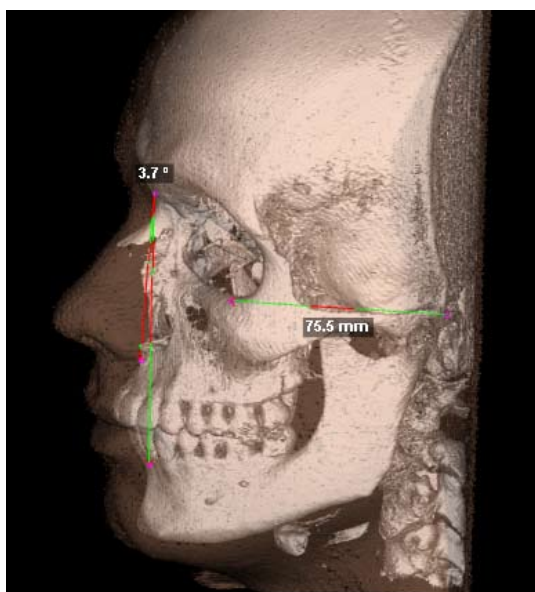


Fig 26 – A) Reconstrução em 3D utilizando o programa Dolphin. Medidas: angular ANB e linear Po-Or (Frankfurt) tecido ósseo, sobreposição de tecido mole com transparência. **B)** Osteotomia virtual e demarcação de pontos para cefalometria 3D com projeção dos pontos cefalométricos na telerradiografia lateral virtual, gerada pelo *software* Maxilim (Medicin, Bruxelas) de um paciente a ser submetido à cirurgia ortognática. (Imagem gentilmente cedida pelos Drs. Leandro Velasco e Lucas Viera).

Agradecimentos

Dr. Rolf M. Faltim que gentilmente cedeu os casos referentes as figuras 14 a 17, 20, 21, 23 a 25.

Referências

1. Farman AG. Fundamentals of image acquisition and processing in the digital era. *Orthodont Craniofac Res* 2003; 6(s1):17-22.
2. Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam computed tomography. *Sem Orthodont* 2009; 15(1):2-13.
3. Cavalcanti MGP. Diagnóstico por imagem da face. São Paulo: Ed. Santos, 2008.
4. Mah J. The evolution of digital study models. *J Clin Orthodont* 2007; 41(9):557-61; quiz 424.
5. Mah J, Bumann A. Technology to create the three-dimensional patient record. *Sem Orthodont* 2001; 7(4):251-7.
6. Mah J, Hatcher D. Three-dimensional craniofacial imaging. *American J Orthodont Dentofac Orthoped* 2004; 126(3):308-9.
7. R Enciso AMJM. Three-dimensional visualization of the craniofacial patient: volume segmentation, data integration and animation. *Orthodont Craniofac Res* 2003; 6(s1):66-71.
8. Treil J, Braga J, Loubes JM, Maza E, Inglese JM, Casteigt J et al. 3D tooth modeling for orthodontic assessment. *Sem Orthodont* 2009; 15(1):42-7.
9. Vannier MW. Craniofacial computed tomography scanning: technology, applications and future trends. *Orthodont Craniofac Res* 2003; 6(s1):23-30.
10. Quereshy FA, Savell TA, Palomo JM. Applications of cone beam computed tomography in the practice of oral and maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2008; 66(4):791-6.
11. Swennen GRJ. Benefits and limitations of three-dimensional virtual planning of orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009; 38(5):415-.
12. Accorsi M. Comparação de grandezas cefalométricas obtidas por meio de telerradiografias e tomografias computadorizadas multislice em crânios secos humanos [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2007.
13. Magni A. Cone beam computed tomography and the orthodontic office of the future. *Sem Orthodont* 2009; 15(1):29-34.
14. Jacobson A JR. *Radiographic Cephalometry: from basics to 3D imaging*. 2nd ed. New Malden: Quintessence Publishing Co, 2006.
15. Swennen G, Schutyse F, Hausame N. *Three-dimensional cephalometry. A color atlas and manual*. Berlin Heidelberg: Springer, 2005.
16. Hassan BA, Jacobs R, Scarfe WC, Al-Rawi WT. A web-based instruction module for interpretation of craniofacial cone beam CT anatomy. *Dentomaxillofac Radiol* 2007; 36(6):348-55.
17. Friedland B. Medicolegal issues related to cone beam CT. *Sem Orthodont* 2009; 15(1):77-84.
18. Kuftinec M. Liability regarding computerized axial tomography scans. *Am J Orthodont Dentofac Orthoped* 2007; 132(5):569-.
19. Walker L, Enciso R, Mah J. Three-dimensional localization of maxillary canines with cone-beam computed tomography. *Am J Orthodont Dentofac Orthoped* 2005 ;128(4):418-23.
20. Chen Y, Duan P, Meng Y, Chen Y. Three-dimensional spiral computed tomographic imaging: a new approach to the diagnosis and treatment planning of impacted teeth. *Am J Orthodont Dentofac Orthoped* 2006; 130(1):112-6.
21. Friedland B, Donoff B, Dodson TB. The use of 3-dimensional reconstructions to evaluate the anatomic relationship of the mandibular canal and impacted mandibular third molars. *J Oral Maxillofac Surg* 2008; 66(8):1678-85.
22. Tamimi D, ElSaid K. Cone beam computed tomography in the assessment of dental impactions. *Sem Orthodont* 2009; 15(1):57-62.
23. Major MP, Flores-Mir C, Major PW. Assessment of lateral cephalometric diagnosis of adenoid hypertrophy and posterior upper airway obstruction: a systematic review. *Am J Orthodont Dentofac Orthoped* 2006; 130(6):700-8.
24. McCrillis JM, Haskell J, Haskell BS, Brammer M, Chenin D, Scarfe WC et al. Obstructive sleep apnea and the use of cone beam computed tomography in airway imaging: a review. *Sem Orthodont* 2009; 15(1):63-9.
25. Osorio F, Perilla M, Doyle DJ, Palomo JM. Cone beam computed tomography: an innovative tool for airway assessment. *J Craniofac Surg* 2009; 106(6):1803-7.
26. Aboudara C, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher D. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthodont Dentofac Orthoped* 2009; 135(4):468-79.
27. Cevidanes LHS, 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; 34(6):369-75.
28. Cevidanes LHS, Styner MA, Proffit WR. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *Am J Orthodont Dentofac Orthoped* 2006; 129(5):611-8.
 29. Cevidanes LHS, Bailey LTJ, 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 Orthodont Dentofac Orthoped* 2007; 131(1):44-50.
 30. Eggers G, Kress B, Muhling J. Fully automated registration of intraoperative computed tomography image data for image-guided craniofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2008; 66(8):1754-60.
 31. Joanneke M, Naphausen MTP, Maal TJJ, Schutyser FAC, Swennen GRJ, Berg SJ et al. Three-dimensional cephalometry for surgical evaluation of sagittal split osteotomies. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007; 36(11):1020.
 32. Metzger MC, Hohlweg-Majert B, Schwarz U, Teschner M, Hammer B, Schmelzeisen R. Manufacturing splints for orthognathic surgery using a three-dimensional printer. *Oral Surg, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontol* 2008 ;105(2):e1-e7.
 33. Power G, Breckon J, Sherriff M, McDonald F. Dolphin imaging software: an analysis of the accuracy of cephalometric digitization and orthognathic prediction. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2005; 34(6):619-26.
 34. Swennen GRJ, Barth EL, Eulzer C, Schutyser F. The use of a new 3D splint and double CT scan procedure to obtain an accurate anatomic virtual augmented model of the skull. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007; 36(2):146-52.
 35. Swennen GRJ, Mommaerts MY, Abeloos J, De Clercq C, Lamoral P, Neyt N et al. A cone-beam CT based technique to augment the 3D virtual skull model with a detailed dental surface. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009; 38(1):48-57.
 36. Cavalcanti MGP, Rocha SS, Vannier MW. Craniofacial measurements based on 3D-CT volume rendering: implications for clinical applications. *Dentomaxillofac Radiol* 2004; 33(3):170-6.
 37. Lopes PML, Moreira CR, Perrella A, Antunes JL, Cavalcanti MGP. 3-D volume rendering maxillofacial analysis of angular measurements by multislice CT. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Oral Radiology Endodontol* 2008; 105(2):224-30.
 38. Moreira CR, Sales MA, Lopes PM, Cvalcanti MC. Assessment of linear and angular measurements on three-dimensional cone-beam computed tomographic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontol* 2009; 108(3):430-436.