

Escaneamento tridimensional da face

3-D facial scanning

Marlos Loiola¹, Wendel Shibusaki², Vanessa Dias³, Monique Devaniê³, Flavio Cotrim-Ferreira⁴

RESUMO

Avaliar as dimensões e proporções da face, quantificar suas alterações após tratamento, além da necessidade de se estabelecer padrões de normalidade fazem com que ortodontistas e cirurgiões bucomaxilofaciais utilizem cefalometrias para estudo dos tecidos duros e moles. No entanto, erros nesta análise são muito comuns devido à sobreposição de imagens, sua inerente ampliação e dificuldades em determinar os pontos referenciais. Para minimizar esses fatores, vários métodos foram desenvolvidos para viabilizar a análise tridimensional da face. O objetivo deste artigo foi compilar a literatura recente sobre o assunto, revisar criticamente e expor as principais características desses métodos.

Unitermos – Scanner; Imagiologia tridimensional; Rosto humano; Exatidão; Precisão.

ABSTRACT

The need to evaluate facial dimensions and proportions, quantify changes after treatment, along with the need to establish standards make buccomaxillofacial surgeons and orthodontists to use soft and hard tissue cephalometric recording techniques. However, errors are very common due to image superimposing, magnification, and difficulties on reference points. To overcome this, several methods have been used to provide 3-D facial scanning. The aim of this paper is to perform a critical literature review exposing the main features of this technology.

Key words – Facial scanners; 3-D imaging; Human face; Accuracy; Precision.

¹Mestre em Ortodontia – Unicid; Professor do curso de especialização em Ortodontia – Instituto Lumier/Famosp-BA; Especialista em Ortodontia – Cebeo/BA; Membro da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica (SBPQO).

²Mestre em Ortodontia – Unicid; Coordenador dos cursos de especialização em Ortodontia – Instituto Lumier/Famosp e do Funorte/lappem/BA; Especialista em Ortodontia – Cebeo/BA; Membro da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica (SBPQO).

³Especialistas em Ortodontia – lappem/Funorte.

⁴Mestre em Ortodontia e doutor em Diagnóstico Bucal – Faculdade de Odontologia da USP; Professor associado dos cursos de especialização e mestrado em Ortodontia – Instituto Vellini; Editor científico – Revista OrtodontiaSPO.

Introdução

A avaliação das dimensões e proporções faciais é de fundamental importância no diagnóstico e planejamento do tratamento ortodôntico e cirúrgico. Ortodontistas e cirurgiões bucomaxilofaciais, muitas vezes, requerem informações quantitativas sobre as relações de tecido duro e mole do paciente. A radiografia cefalométrica tem sido amplamente aplicada como método de estudo da morfologia do tecido duro, na predição de alterações relacionadas ao crescimento e na avaliação quantitativa de dados referenciais. É uma importante ferramenta no diagnóstico de anormalidades craniofaciais e planejamento de diversas modalidades de tratamento. Erros nesta análise são comuns, devido à ampliação, sobreposição de estruturas, pouca experiência do operador e dificuldades em determinar pontos de referência¹.

Há uma forte necessidade de estudos que analisem o progresso do tratamento e as mudanças proporcionadas em três dimensões para complementar e reforçar as modalidades tradicionais já desenvolvidas. Embora as radiografias frontais, laterais, panorâmicas e as fotografias intra e extraorais ainda sejam usadas, mais recursos elaborados foram postos à imagem virtual 3D para avaliação da estética dos tecidos moles².

A mudança de paradigma nas filosofias de tratamento significa também que muitos clínicos começaram a planejar a partir do perfil externo, colocando importância sobre os tecidos moles da face para determinar os limites do tratamento ortodôntico. A partir das perspectivas de função, estabilidade e estética, o ortodontista deve planejar o tratamento dentro dos limites de adaptação dos tecidos moles e contornos do paciente².

Avanços tecnológicos têm agora permitido a aquisição de imagens tridimensionais (3D), tais como as de tomografia computadorizada¹. A evolução na tomografia computadorizada cone-beam (TCCB) tem facilitado o registro de dados tegumentares faciais devido à sua baixa dose de radiação, alta



Figura 1
Imagem 3D do tecido tegumentar capturado através da TCCB.

velocidade, e o tamanho da unidade relativamente pequena em comparação com a tomografia computadorizada convencional (TC). No entanto, TCCB não registra a textura ou a cor dos tecidos moles (Figura 1)³.

Esses recursos requerem equipamentos de custo elevado, contudo, com capacidade de determinar características do tecido mole limitadas. Além disso, considerações de ordem ética impedem maior uso de radiação em estudos faciais. Por estas razões, técnicas de escaneamento tridimensionais, tais como o escaneamento a laser e a estereofotogrametria, vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de capturar as imagens de tecidos moles de estruturas faciais. O escaneamento tridimensional tornou-se mais comum em animações computadorizadas e filmes, mas sua aplicação na medicina e Odontologia é nova¹.

Revisão da Literatura

Fotogrametria digital

É um método não invasivo, barato e comumente utilizado para investigar alterações pré e pós-operatórias, fornecendo um registro permanente dos pacientes. O desenvolvimento e disseminação da imagem digital 2D tornaram-se parte essencial e rotineira da prática médica, pois ela tem muitas vantagens, como a exposição direta da imagem e simplicidade na manipulação. Além disso, os dados podem ser armazenados ou administrados em um formato digital que tornam as medições aplicáveis¹.

A fotogrametria tridimensional (3D), atualmente, está disponível comercialmente em uma variedade de sistemas de imagem e fornece um método alternativo de obtenção e gravação de dados do tegumento facial. Uma das principais razões para a sua utilização é a capacidade de capturar dados de superfície em cores de alta resolução a uma velocidade relativamente rápida, uma vantagem considerável quando se trabalha com indivíduos jovens ou deficientes desenvolvintes⁴.

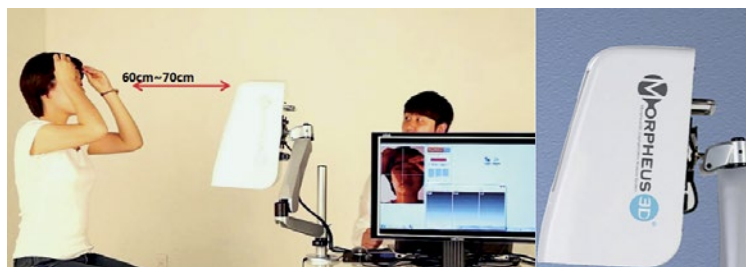


Figura 2
Aquisição da imagem com scanner de varredura com luz branca.

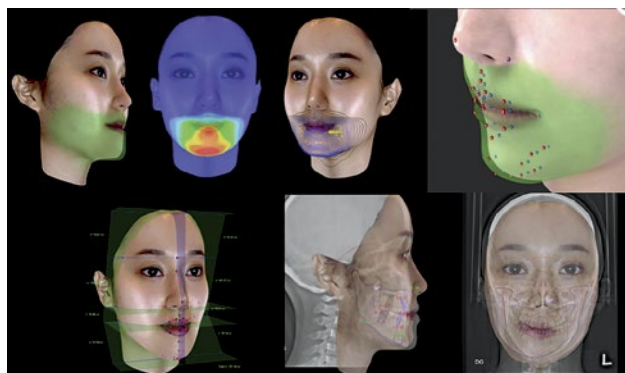


Figura 3

Recursos auxiliares em softwares já disponíveis para a mensuração e avaliação das imagens 3D, capturadas pelo scanner Morpheus 3D.

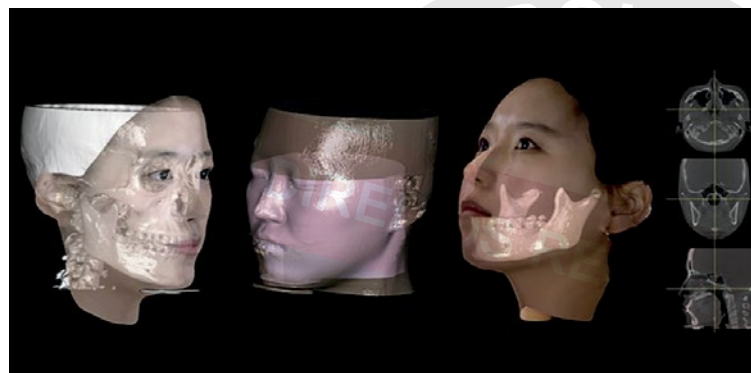


Figura 4

Fusão da imagem 3D escaneada com a da tomografia computadorizada.

Os sistemas disponíveis podem ser divididos em dois tipos: *laser* de varredura da superfície e, mais recentemente, diodo emissor de luz (LED) de varredura de luz branca (Figura 2). Desde o surgimento da luz LED, branca e inofensiva para o corpo humano, uma série de dispositivos que a utilizam têm inundado o mercado, e estes diferem consideravelmente em termos de custo, método de captura, *hardware* e *software* de imagem. Além disso, com base no método de captura de dados, existem dois tipos de dispositivos que utilizam LED de luz branca, a estereofotogrametria e os sistemas de luz estruturada. Em estereofotogrametria, duas ou mais câmeras obtêm as imagens a partir de ângulos ligeiramente diferentes e, por triangulação, coincidem as características correspondentes entre as imagens para construir a superfície 3D. Em um sistema de varredura a *laser*, um *scanner* 3D projeta padrões de luz e adquire as distorções de padrões para calcular as coordenadas 3D de detalhes na superfície do objeto⁴.

Escaneamento a *laser*

O escaneamento a *laser* pode ser usado como um *scanner* de tecido mole e é uma ferramenta valiosa por sua facilidade de aplicação e de criação de imagens em 3D. Imagens foram criadas para estabelecer bancos de dados para as populações normativas e mudanças de crescimento transversal, e também para avaliar os resultados clínicos em tratamentos cirúrgicos e não cirúrgicos na área de cabeça e pescoço⁵.

É dependente da projeção de um padrão conhecido de luz *laser* sobre o objeto de interesse, baseado em princípios da geometria para criar um modelo 3D do objeto. Diversos estudos utilizando paquímetro digital foram realizados com o intuito de testar a exatidão e precisão do *scanner*, e os resultados mostraram que a precisão do *scanner* a *laser* foi inferior

a 2 mm no modelo de gesso com uma precisão de 0,8-1 mm no rosto humano. O escaneamento a *laser* oferece um método não invasivo por meios precisos e reproduzíveis para aplicações médicas. No entanto, esta tecnologia tem suas desvantagens, tais como tempo longo de leitura, tornando-o difícil de aplicar em crianças, sendo também incapaz de capturar toda a textura do tecido mole, o que resulta em dificuldades na identificação de pontos de referência. Além disso, os olhos do paciente devem ser fechados para proteção, e a cabeça deve ser mantida em posição fixa¹.

Estereofotogrametria tridimensional

O princípio básico da estereofotogrametria é a utilização de duas ou mais câmeras colocadas afastadas uma da outra e configuradas como um par estéreo para capturar imagens simultâneas do sujeito. Depois disso, a imagem facial 3D pode ser capturada e exibida nos monitores de modo que os pontos de referência possam ser selecionados manualmente ou por meio de algoritmos de processamento de imagem. As coordenadas 3D adquiridas são utilizadas para calcular as distâncias entre pontos que permitem a reconstrução 3D subsequente de toda a face¹.

Muitos sistemas comerciais de estereofotogrametria 3D estão disponíveis no mercado e, dentre eles, um desenvolvido na Faculdade de Odontologia da Universidade de Glasgow. Estes são compostos por duas estações de câmera, cada uma com um par de câmeras monocromáticas para capturar a imagem estéreo, e uma câmera digital colorida para capturar a textura da pele. A iluminação facial depende da luz projetada aleatoriamente ou da iluminação natural. A captura da imagem leva 50 milissegundos e um programa de computador constrói uma imagem em 3D a partir dos dados transferidos de cada

estação de câmera. O sistema foi testado na avaliação da morfologia facial de pacientes ortognáticos para detectar a magnitude das alterações cirúrgicas, juntamente com a possível recidiva pós-cirúrgica¹.

Em comparação com o *scanner a laser*, a estereofotogrametria eliminou a necessidade do contato direto e reduziu a necessidade de cooperação dos pacientes, devido à alta velocidade de aquisição de dados. Além disso, a imagem dos pacientes poderia ser repetida sem causar quaisquer efeitos nocivos¹.

Discussão

A reconstrução tridimensional possui potencial para compensar as inadequações de uma imagem 2D, facilitando assim o diagnóstico de anormalidades do paciente com a delimitação/demarcação/delineamento da alteração que por ventura seja portador. Os dispositivos atuais para análise facial 3D ainda são caros, o que dificulta a sua utilização clínica de rotina. Além disso, eles, muitas vezes, precisam de espaços específicos e não podem ser instalados de forma organizada dentro de consultórios odontológicos e ortodônticos, limitando o uso da análise 3D a laboratórios universitários e centros de pesquisa⁶.

O *scanner Morpheus 3D* (Gyounggi-do, Coreia) é um exemplo de um dispositivo de imagem de fotogrametria em 3D que usa um sistema de digitalização com luz estruturada. Ele se popularizou devido ao seu pequeno tamanho (dimensões: H x W

x D, 390 x 140 x 240 mm), facilidade de uso e capacidade de adquirir dados rapidamente (0,8 segundos). No entanto, se faz necessário realizar mais estudos que demonstrem a exatidão e precisão em mensurações das imagens captadas (Figura 3)⁷.

Um sistema estereofotogramétrico chamado 3dMD Face (3dMD; Atlanta, GA, EUA) utiliza múltiplas câmeras para capturar imagens faciais (uma colorida e duas infravermelhas) com luz aleatória projetada sobre a superfície do objeto. O tempo de captura é 1,5-2 milésimos de segundo, o que gera menos distorção e é mais útil para a captura de dados em crianças. O sistema 3dMD também pode capturar imagens rapidamente e pode acomodar câmeras adicionais sem prejuízo na velocidade de captura. Este sistema tem sido aplicado em diversos estudos sobre variação na morfologia facial e avaliação de anomalias faciais¹.

Em outro estudo, os *scanners a laser* foram aplicados para comparar as diferenças entre as populações faciais dos eslovenos e galeses em uma amostra de 187 indivíduos, com idades entre 18 e 30 anos. Descobriram que os rostos masculinos e femininos na Eslovênia e no País de Gales diferem nas regiões nasais, zigomáticas e mandibulares. No entanto, a mandíbula do esloveno provou ser mais saliente, em comparação com o seu homólogo galês. Estes estudos sugeriram ainda que as diferenças de grupos étnicos poderiam ser guias úteis para o planejamento do tratamento. No entanto, as necessidades e desejos reais do paciente precisam ser levados em conta¹.

Recentemente, estudos têm sido realizados para unir as imagens tomográficas com os exames 3D de superfície facial. Eles propuseram que as imagens da superfície poderiam corrigir artefatos de superfície da TCCB causadas por diversas situações. O movimento do paciente é mais comum quando o paciente estiver na vertical, em vez da posição supina (isto é, engolir, respirar, movimentar a cabeça, e assim por diante). O intervalo de tempo para tomar os exames tomográficos pode variar entre máquinas de 5-70 segundos e um intervalo maior permite mais movimentos. Os dispositivos auxiliares de estabilização nas tomadas tomográficas (de descanso do queixo, retenção da testa) podem distorcer a anatomia de superfície gravada na imagem. Imagens de superfície também podem completar todos os dados anatômicos desaparecidos (nariz, queixo, e assim por diante) quando se toma uma varredura TCCB de um paciente na posição vertical. Finalmente, um exame de superfície fornece uma representação mais precisa dos tecidos moles que refletem posição natural da cabeça do paciente (Figura 4)⁷.

A fusão das imagens tomográficas com as escaneadas em 3D da superfície facial possui uma precisão confiável⁸. A capacidade de se obter um melhor contraste dos tecidos moles associados às imagens da TCCB é significativamente melhorada, corrigindo eventuais deficiências na renderização da superfície facial, e desta forma, fornecendo melhores informações para o planejamento de tratamentos complexos que geram impactos na aparência facial⁷.

A fusão das imagens tomográficas com as escaneadas em 3D da superfície facial possui uma precisão confiável⁸. A capacidade de se obter um melhor contraste dos tecidos moles associados às imagens da TCCB é significativamente melhorada, corrigindo eventuais deficiências na renderização da superfície facial, e desta forma, fornecendo melhores informações para o planejamento de tratamentos complexos que geram impactos na aparência facial⁷.

Em uma revisão sistemática da literatura, publicada em 2014⁹, os autores buscaram trabalhos que avaliavam longitudinalmente as dimensões cranianas de crianças em crescimento por profissionais de saúde, com informações sobre o crescimento normal e desvio do crescimento, bem como os que possuíam resultado de tratamentos. Objetivaram uma visão geral, baseada em métodos de avaliação longitudinal quantitativa de tecidos moles e de dimensões cranianas em crianças até a idade de seis anos, além de avaliar a confiabilidade desses métodos em estudos com boa qualidade metodológica.

As fontes de dados PubMed, Embase, Cochrane Library, Web of Science, Scopus e CINAHL foram pesquisadas, no total, foram incluídos 165 estudos, formando três grupos de métodos: antropometria do perímetro cefálico, antropometria direta, fotografia 2D e técnicas de imagem 3D (escaneamento a laser e estereofotogrametria). Em geral, o erro de medida foi inferior a 2 mm, e os coeficientes de correlação muito bons. O estudo concluiu que vários métodos para medição das dimensões do crânio têm se mostrado confiáveis. A estereofotogrametria foi o método mais versátil e promissor

para a avaliação longitudinal quantitativa de dimensões e formas cranianas em crianças. No entanto, a antropometria direta foi vista ainda como o melhor método para avaliação clínica de rotina das dimensões lineares cranianas nas crianças em crescimento, até a idade de seis anos, principalmente pela sua confiabilidade⁸.

Conclusão

A busca pela harmonização da estética facial com a dentária, através do tratamento ortodôntico e cirúrgico, necessita de um diagnóstico cada vez mais acurado, para que, desta forma, se determine com precisão o melhor método terapêutico. A avaliação bidimensional de uma estrutura tridimensional tão complexa quanto a face humana, muitas vezes, restringe as condutas terapêuticas. A questão ética da exposição desnecessária à radiação, para se realizar estudos da morfologia 3D da superfície tegumentar craniana, tende a não ser mais um problema com a utilização dos aparelhos de varredura 3D com luz estruturada, que já demonstram também fidedignidade das imagens virtuais adquiridas, configurando assim uma nova possibilidade no campo do diagnóstico e planejamento tridimensionais, nas diversas especialidades odontológicas.

Agradecimentos

À Morpheus Co. Ltd. (Gyeonggi-do, Coreia), pela gentileza de ceder as imagens dos escaneamentos de face que ilustram este artigo.

Referências

1. Al-Khatib AR. Facial three dimensional surface imaging: an overview. *Archives of Orofacial Sciences* 2010;5(1):1-8.
2. Nanda V, Gutman B, Bar E, Alghamdi S, Tetradis S, Lusic AJ et al. Quantitative analysis of 3-dimensional facial soft tissue photographic images: technical methods and clinical application. *Progress in Orthodontics* 2015;16:21.
3. Kim SH, Jung WY, Seo YJ, Kim KA, Park KH, Park YG. Accuracy and precision of integumental linear dimensions in a three-dimensional facial imaging system. *Korean J Orthod* 2015;45(3):105-12.
4. Kima SK, Choib JY, Baek SH. Evaluation of correction of the maxillary transverse occlusal plane and change of the lip canting in Class III two-jaw orthognathic surgery. *Angle Orthodontist* 2012;82(6):1092-7.
5. Kau CH, Richmond S, Zhurov AI, Knox J, Chestnutt I, Hartles F et al. Reliability of measuring facial morphology with a 3-dimensional laser scanning system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:424-30.
6. Menezes M, Rosati R, Allievi C, Sforza C. A Photographic System for the Three-dimensional study of facial morphology. *Angle Orthod* 2009;79:1070-7.
7. Nahm KY, Kim Y, Choic YS, Lee J, Kim SH, Nelson G. Accurate registration of cone-beam computed tomography scans to 3-dimensional facial photographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014;145:256-64.
8. Brons S, Beusichem MEV, Bronkhorst EM, Draaisma JM, Berge SJ. Methods to quantify soft tissue-based cranial growth and treatment outcomes in children: a systematic review. *PLoS ONE* 2014;9(2):e89602.