



A impressão 3D na prótese dentária

3D print in dental prosthesis

Alfredo Mikail Melo Mesquita¹
Alberto N. Kojima²
Jorge Bauer Neto³
Heidi Aihara⁴

¹Professor titular de Prótese Dentária - Universidade Paulista [Unip].
²Professor assistente do Depto. de Materiais Odontológicos e Prótese - Universidade Estadual Paulista [Unesp].
³Técnico em Prótese Dentária - [por qual instituição?].
⁴Técnica em Prótese Dentária - [por qual instituição?].

Recebido em jan/2015
Aprovado em fev/2015



RESUMO

Nos últimos anos, a incorporação de alta tecnologia na Odontologia tem sido uma constante. A digitalização intraoral ou de modelos para a construção virtual de restaurações não é uma novidade [CAD – computer aided design], mas o processo de construção da restauração real era associada e desenvolvida pelo sistema de usinagem [CAM – computer aided machined]. Porém, nos últimos anos surgiu a possibilidade da construção por uma técnica aditiva de modelos e padrões de fundição por meio da impressão 3D. O objetivo deste trabalho foi mostrar, através de dois casos clínicos, como a digitalização intraoral e a impressão 3D podem auxiliar na construção de próteses dentárias: um caso de facetas laminadas e outro de uma coroa metalocerâmica. O artigo ainda aborda as vantagens, desvantagens e indicações deste recurso.

Unitermos – Impressão 3D; Impressão dental; Prótese dental.

ABSTRACT

The incorporation of high technology in dentistry in recent years has been a constant. The intra-oral scanning or models for virtual building restorations is not new [CAD – computer aided design], but the actual restoration construction process was developed by and associated machining system [CAM – computer aided machined] but in recent years it has become possible construction by an additive technique, models and casting patterns through 3D printing. The objective of this work is to show through two clinical cases with intra-oral scanning and 3D printing can help in the construction of dental prostheses: first case of veneers and another construction of a PFM crown. The article also discusses the advantages, disadvantages and indications of this resource.

Key words – 3D printing; Dental printer; Prosthodontics.

Introdução

Tecnologia e equipamentos de outras indústrias têm sido regularmente adaptados para uso na indústria odontológica. Scanners de bancada e intraoral têm suas raízes em outros mercados. A maioria dos sistemas de produção, inclusive o CAM [computer aided machined], também chamado de fresagem assistida por computador em uso hoje nos processos de produção em laboratórios de prótese dentária, veio de outras indústrias, assim como provavelmente virão a impressão 3D e as tecnologias de prototipagem rápida, usadas na indústria em geral.

A tecnologia de fresagem CAM é um processo familiar para a Odontologia, sendo muitas vezes referida como um processo subtrativo, uma vez que a fresagem envolve a usinagem de um bloco de material removendo todo o material que não é necessário, até que se forme toda a restauração ou parte dela [co-ping]. Em contraste, a tecnologia de impressão em 3D é um processo aditivo, que envolve a superposição de camadas de material para criar o produto final.

Os sistemas computadorizados denominados CAD/CAM [computer aided design – unidade computadorizada acessória/Computer aided machine – unidade fresadora acessória] são utilizados na Odontologia desde o seu desenvolvimento na década de 1970, por Duret, na França [Sistema Duret CAD/CAM]¹.

O termo CAD/CAM designa o desenho de uma estrutura protética em um computador [computer aided design], seguido de sua confecção por uma máquina de fresagem [computer aided machine]. O CAD significa projeto assistido pelo computador. Este termo pode ser definido como um processo de projeto que se utiliza de técnicas gráficas computadorizadas, através da utilização de um programa [software] auxiliando no desenvolvimento do projeto²⁻⁴.

Em 1984, Charles Hull apresentou a impressão 3D, que é uma tecnologia em que os objetos são construídos em camadas, em uma técnica aditiva, ao contrário das técnicas de fresagem, nas quais os objetos são construídos por subtração, pela usinagem de blocos. Atualmente, a tecnologia de impressão 3D – ou “fabricação aditiva”, como está sendo chamada – já é usada para fornecer produtos na indústria odontológica. Os mais comuns são padrões de cera para próteses fixas e modelos ortodônticos fabricados a partir de projetos construídos com o uso de imagens (tipo STL) obtidas por scanners intrabucais ou scanner de bancada sobre moldes ou modelos⁵.

A primeira impressora comercial 3D foi baseada em uma técnica chamada estereolitografia. As impressoras 3D estereolitográficas [conhecidas como SLAs ou stereo lithography apparatus] possuem uma plataforma móvel perfurada imersa em uma cuba com polímero líquido fotopolimerizável. Um feixe de laser ultravioleta na parte superior da impressora polimeriza o líquido, formando a primeira camada do objeto, endurecendo uma camada muito fina de fotopolímero. A plataforma, então, se abaixa e outra camada é endurecida pelo laser, até que o objeto completo seja impresso e possa ser removido da cuba de fotopolímero.

Impressoras estereolitográficas permanecem como um dos tipos mais precisos de aparelho para a fabricação de objeto em 3D, com um mínimo de espessura de camada e resolução de 25 µm. Esse equipamento oferece uma excelente precisão e um bom acabamento de superfície. Geralmente, apresenta um maior tempo de construção devido à polimerização por laser de cada camada. Além disso, em alguns casos as peças podem necessitar de inserção em forno de UV para cura final.

Existem, basicamente, quatro tecnologias de impressão 3D em uso na indústria odontológica hoje: aparelho de estereolitografia (SLA); projeção digital de luz (DLP); jato de tinta 3D (JET – PolyJet/ProJet); e sinterização direta de metal por *laser* (DLMS). Cada sistema varia os materiais disponíveis, como eles são solidificados e como podem ser utilizados.

Impressão por projeção de luz digital (DLP) 3D é, de certa forma, semelhante ao SLA. O material de trabalho também é UV, e luz visível sensível é aplicada sobre um reservatório. A lâmina de limpeza espalha o material uniformemente em toda a plataforma de compilação a cada camada de impressão. No entanto, ao invés da detecção do contorno de cada peça ser realizada por *laser*, como no SLA, o DLP aproveita a mesma tecnologia usada em alguns aparelhos de televisão e projetores de apresentação para iluminar o contorno de todas as partes simultaneamente. O material impresso é polimerizado com uma lâmpada ou fonte de luz LED, dependendo do modelo da impressora. A resolução vertical típica é de 13 a 50 μm e o acabamento superficial é excelente.

A impressão JET [PolyJet/ProJet], chamada de “a jato 3D”, caracteriza-se por uma sofisticação da impressora jato de tinta. Ao invés da tinta ser ejetada ou pulverizada sobre o papel como uma camada única, uma resina ou cera é ejetada para um material de suporte e, em seguida, as camadas são previamente pulverizadas até que a peça começa a tomar profundidade e forma.

As impressoras 3D JET podem ter uma única cabeça de impressão [como uma impressora de computador] ou podem ter várias cabeças para cobrir uma maior largura de plataforma de trabalho. A cabeça de impressão pode se mover através da plataforma de trabalho, ou a plataforma pode se mover para trás e para a frente sob uma cabeça de impressão estacionária. Os sistemas 3D e impressoras Objet utilizam lâmpada UV ou fonte de luz para endurecer a resina ou cera após a deposição de cada camada. A espessura típica da camada varia de 16 a 50 μm , com excelente precisão e acabamento superficial. O processamento pós-impressão se resume na remoção do material de suporte, geralmente com um banho em água ou em óleo seguido por lavagem. A fonte de luz de cura, caso necessário, é geralmente uma lâmpada de xenon com vida útil longa.

As sinterizações direta de metal por *laser* (DLMS) e seletiva a *laser* (SLS) são tecnologias semelhantes que utilizam um pó como material de trabalho. Enquanto DLMS utiliza metal em pó, a SLS geralmente utiliza um pó plástico. O pó é espalhado através da plataforma de trabalho e o *laser* traça o contorno de cada parte a ser impressa, fundindo (DLMS) ou fusionando (SLS) o pó para a camada abaixo. Em seguida, a plataforma é abaixada, uma nova camada de material é espalhado em toda a plataforma e o processo é repetido até que o trabalho de impressão seja concluído. No início, a tecnologia DLMS estava disponível para impressão de metais não preciosos, mas recentemente a empresa Argen desenvolveu seus próprios materiais e técnicas que permitem a confecção de *copings* também em metais preciosos.

O objetivo deste trabalho foi apresentar dois casos clínicos, nos quais foram utilizados recursos de impressão 3D.

Relato de Caso Clínico

Caso clínico 1

Paciente do sexo feminino, com 47 anos de idade, apresentou na anamnese a queixa principal de estética dos incisivos superiores. Após exame clínico, radiográfico e fotográfico, foi constatado contorno esteticamente desfavorável do zênite gengival (Figura 1A), dentes com restaurações extensas em resina composta com discrepância de cor e forma (Figura 1B), posição lingualizada do elemento 12 e tratamento endodôntico do elemento 11.



Figuras 1 – Sorriso inicial (A). Incisivos com muita resina composta (B). Discrepância de cor e formas.



Propôs-se à paciente a realização de três facetas laminadas nos elementos 12, 21 e 22, todas com recobrimentos incisais e proximais, e coroa total no elemento 11, todas em dissilicato de lítio [Emax Press; Ivoclar]. Após a concordância por parte da paciente, foi realizado planejamento digital simplificado [Figura 2], obtenção de modelos de estudo por meio de hidrocoloide irreversível [Cavex CA37; Cavex] e gesso tipo IV [GC Fujirock EP; GC América], e enceramento

de diagnóstico com planejamento da cirurgia periodontal [Figura 3].

O *mock-up* foi realizado com resina bisacrílica [Structure 2; Voco], onde o planejamento digital e o enceramento foram confirmados, testados foneticamente e aprovados por parte da paciente [Figura 4]. Após 60 dias da cirurgia periodontal, observou-se equilíbrio do zênite gengival [Figuras 5], e os preparos dentários foram realizados por desgaste seletivo com o auxílio de um guia de silicone



Figura 2 - Planejamento digital simplificado.



Figura 3 - Enceramento de diagnóstico.



Figuras 4 - *Mock-up* com sorriso [A]. Verificação do comprimento dos dentes em relação ao lábio com o *mock-up* [B].

laboratorial por reação de condensação [Zetalabor; Zhermack]. Foram realizados preparos para facetas nos elementos 12, 21 e 22, para coroa total no elemento 11 com brocas diamantadas [2135, 3118, 4138; KG Sorensen] e acabamento com brocas multilaminadas [H375R018, H379UF023; Komet] em contra-ângulo multiplicador 5:1 [Sirona], Figuras 6.

Com o auxílio da empresa Dental Direct, que cedeu o *scanner* intraoral, optou-se pela moldagem digital do arco superior, inferior e registro de oclusão, sendo obtidas imagens dos preparos com o auxílio de um *scanner* intraoral [Trios; 3Shape] nas versões preto e branco [Figura 7]. Foram digitalizados o enceramento [Figura 8] e os preparos, conferidos os termos



Figuras 5 - Sorriso pós-cirurgia periodontal [A]. Aspecto intraoral pós-cirurgia periodontal [B].



Figuras 6 - Preparo dos elementos 12 e 11 [A]. Preparo dos elementos 21 e 22 [B].

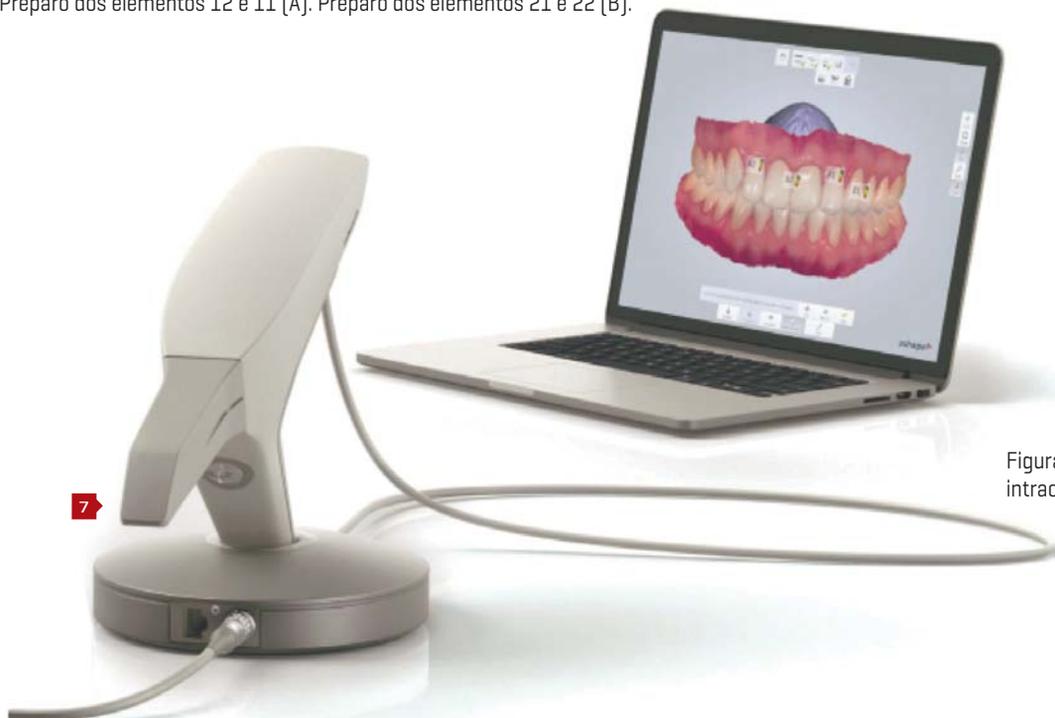


Figura 7 - Scanner intraoral Trios [3Shape].



e realizada a sobreposição das imagens [Figura 9] até o desenho final das restaurações [Figuras 10]. As restaurações foram impressas em uma impressora 3D – DLP [Perfactory; Envisontec] com polímero, pela empresa Dental Direct. Foi realizada a prova das restaurações [Figuras 11], na qual foram conferidos adaptação, contornos e dimensões. Em seguida, as mesmas foram levadas em uma base formadora de cadinho, sendo realizada a inclusão em anel de fundição [Ivoclar], Figuras 12.

Em seguida o anel foi levado em forno para derretimento dos padrões de cera e foi realizada a injeção das pastilhas de dissilicato de lítio [E.maxpress, MO-medium opacity; Ivoclar] em forno específico [Programat EP5000; Ivoclar]. Após caracterização, as facetas e a coroa foram cimentadas com o auxílio do cimento Variolink II, seguindo as recomendações do fabricante [Figuras 13 a 17].

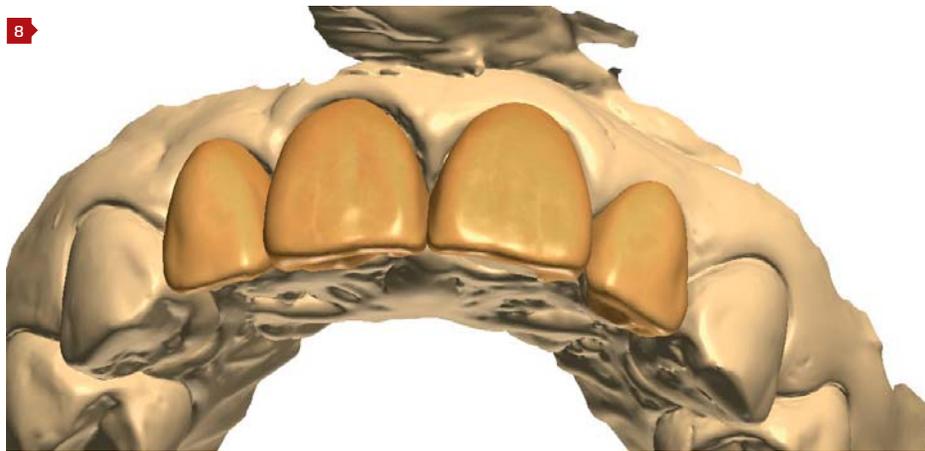


Figura 8 - Imagem digitalizada do enceramento.



Figura 9 - Preparos digitalizados e sobreposição da imagem do enceramento (técnica do duplo escaneamento).



Figuras 10 - Desenho das restaurações cerâmicas: vestibular [A] e palatina [B].



Figuras 11 - Prova dos padrões em polímero: vestibular [A] e palatina [B].



Figuras 12 - Padrões montados em base formadora de cadinho [A] e anel de fundição [B].



Figura 13 - Restaurações cerâmicas após cimentação.



Figura 14 - Aspecto das restaurações em máxima intercuspidação.



Figura 15 - Vista palatina das restaurações cimentadas.



Figura 16 - Sorriso final.



Figuras 17 - Restaurações em perfil: direito [A] e esquerdo [B].



Caso clínico 2

Após a instalação de um núcleo metálico fundido no elemento 26 (Figura 18), foi realizada moldagem digital dos arcos superior e inferior, e registro de oclusão, com o auxílio de um *scanner* intraoral (Trios, 3Shape) nas versões preto e branco, cedido pela empresa Dental Direct. O preparo foi delimitado, o eixo de inserção da coroa foi definido (Figura 19) e o desenho do *coping* foi realizado digitalmente (Figura 20).

A impressão 3D foi realizada por impressora DLP (Perfactory; Envisontec) em polímero pela Dental Direct. O *coping* foi provado

em boca, a adaptação e o adequado espaço para cerâmica foram conferidos (Figuras 21). Foi realizada a transferência do *coping* com silicone de polimerização por reação de condensação (Clonagem; DFL), o registro de cor foi realizado com o auxílio de espectrofotômetro (EasyShade, Vita) e foi obtido o modelo de transferência em gesso tipo IV (GC Fujirock EP, GC América). O *coping* foi fundido em laboratório em CoCr e provado em boca (Figuras 22). Após a aplicação da cerâmica, prova e ajustes, a coroa metalocerâmica foi cimentada com cimento resinoso autoadesivo (U200; 3M), Figuras 23.



Figura 18 - Preparo do elemento 26 com núcleo metálico fundido.

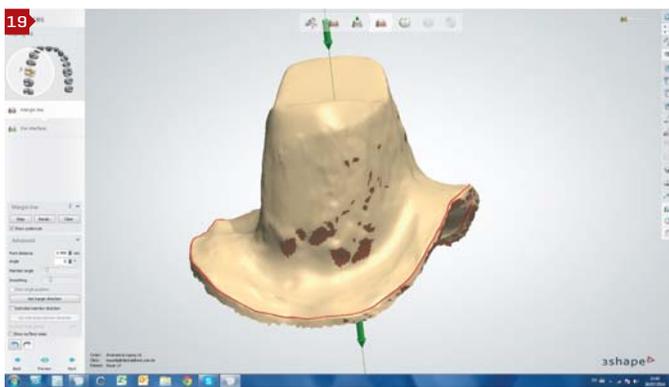


Figura 19 - Após digitalização e delimitação do preparo, eixo de entrada da coroa determinado.

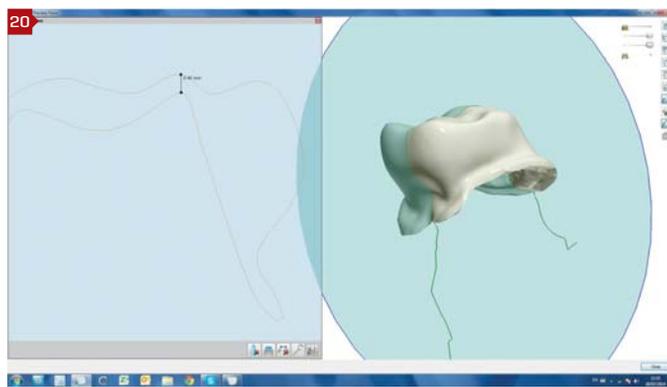


Figura 20 - Desenho do futuro coping.



Figura 21 - Padrão em polímero: vista vestibular [A] e vista oclusal [B].



Figura 22 - *Coping* fundido em CoCr: vista vestibular [A] e vista oclusal [B].



Figura 23 - Coroa metalocerâmica cimentada: vista vestibular [A] e vista oclusal [B].

Discussão

A tecnologia de impressão 3D ou “fabricação aditiva” já é uma realidade na Odontologia. Mas, como qualquer nova tecnologia que se agrega a um segmento, testes específicos devem ser realizados. Na Odontologia, a condição que precisa ser cumprida a fim de utilizar qualquer impressão 3D é a sua exatidão e precisão⁵.

Muitos estudos têm demonstrado que os modelos digitais em 3D têm a mesma exatidão e precisão comparados com moldes de gesso tradicionais⁶⁻¹⁰, sem comprometimento significativo da confiabilidade das informações oclusais¹¹. Alguns autores⁵ citam como vantagens da obtenção de arquivos para a realização dos trabalhos: baixo peso, baixa probabilidade de fraturas no modelo, durabilidade, alta resistência à abrasão, transportabilidade e, sobretudo, a possibilidade de partilha de dados digitais. Além disso, existe a possibilidade de produzir novos modelos 3D sobre procura que, por sua vez, elimina o problema da armazenagem de carga. Há também a possibilidade de imprimir utilizando-se materiais ecológicos. Como desvantagens, apresentam a necessidade de um técnico treinado, legalidades de compartilhamento de dados dos pacientes, baixa resistência ao calor do material utilizado e a possível perda dos dados digitais devido a erros técnicos.

Nos dias atuais, os materiais que podem ser utilizados na Odontologia para impressão são: cera, polímeros e metal. Na indústria geral, os materiais são variados e também é possível imprimir em cerâmica, o que abre a possibilidade em um futuro próximo da aplicação deste material também na Odontologia.

A quarta geração de impressoras 3D [DLMS e SLS] permite a produção em diversos materiais em pó. Estes incluem ceras, poliestireno, nylon, vidro, cerâmica, aço inoxidável, titânio, alumínio, ligas de CoCr, entre outros. Como essa tecnologia é baseada na sinterização de objetos metálicos criados por uma impressora, são quase totalmente densos e, portanto, podem ser utilizados na substituição das peças metálicas tradicionais na maioria das aplicações.

Neste caso, trabalhamos com polímeros com a empresa Dental Direct, que cede os *scanners* intraorais para os odontólogos e permite a impressão em polímero de infraestruturas de implante, possibilitando a verificação da adaptação e passividade, além da confecção de restaurações que servirão como base na técnica do duplo escaneamento, impressão de *copings* e infraestruturas que serão fundidas em metal, provas estética e funcionais de facetas ou coroas que serão injetadas em cerâmica.

Conclusão

A impressão 3D já se apresenta como um excelente recurso na Odontologia, permitindo aplicações variadas, como: padrões em cera ou em polímero para fundição, padrões para prova de adaptação e passividade de próteses sobre implantes, matrizes para duplo escaneamento, modelos ortodônticos em resina e construção de peças em metal.

Nota de esclarecimento

Nós, os autores deste trabalho, não recebemos apoio financeiro para pesquisa dado por organizações que possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho. Nós, ou os membros de nossas famílias, não recebemos honorários de consultoria ou fomos pagos como avaliadores por organizações que possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho, não possuímos ações ou investimentos em organizações que também possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho. Não recebemos honorários de apresentações vindos de organizações que com fins lucrativos possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho, não estamos empregados pela entidade comercial que patrocinou o estudo e também não possuímos patentes ou *royalties*, nem trabalhamos como testemunha especializada, ou realizamos atividades para uma entidade com interesse financeiro nesta área.

Endereço para correspondência

Alfredo Mikail Melo Mesquita

Rua Joel Jorge de Melo, 253 – Apto. 124 – Vila Mariana
04128-080 – São Paulo – SP
alfmikail@yahoo.com.br

Referências (Completar com o número das edições que faltam)

- Heymann HD, Bayne SC, Sturdevant JR, Wilder Jr. AD, Roberson TM. The clinical performance of CAD/CAM generated ceramics inlays. A four year study. J Am Dent Assoc 1996;127:1171-81.
- Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. Dent. Mater J 2009;28(1):44-56.
- Correia ARM, Fernandes JCAS, Cardoso JAP, Silva CFCL. CAD/CAM: a informática a serviço da prótese fixa. Revista Odontologia da Unesp 2006;35(2):183-9.
- Mesquita AMM, Souza ROA, Miyashita E. Restaurações cerâmicas metal free In: Atualização em clínica Odontológica – Clínica do Dia-a-Dia. São Paulo: Artes Médicas, 2008. p.679-719.
- Kasparova et al (citar até sexto nome, se tiver, só então utilizar a expressão et al). BioMedical Engineering OnLine 2013;12:49 (completar).
- Quimby ML, Vig KW, Rashid RG, Firestone AR. The accuracy and reliability of measurements made on computer-based digital models. Angle Orthod 2004;74:298-303.
- Sohmura T, Kojima T, Wakabayashi K, Takahashi J: Use of an ultrahigh-speed laser scanner for constructing three-dimensional shapes of dentition and occlusion. J Prosthet Dent 2000;84:345-52.
- Tomassetti JJ, Taloumis LJ, Denny JM, Fischer JR: A comparison of 3 computerized Bolton tooth-size analyses with a commonly used method. Angle Orthod 2001;71:351-7.
- Zilberman O, Huggare JA, Parikakis KA. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. Angle Orthod 2003;73:301-6.
- Fleming PS, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plastermodels: a systematic review. Orthod Craniofac Res 2011;14:1-16.
- Garino F, Garino GB. Comparison of dental arch measurements between stone and digital casts. World J Orthod 2002;3:250-4.