

## MODELOS E ARTICULADORES VIRTUAIS

Antônio Sérgio Netto Valladão<sup>1</sup>, Bruna de Lima Ferreira<sup>2</sup> e

Patrícia Valéria Bastos Faria Pecoraro<sup>3</sup>

### RESUMO

Em grande parte das especialidades odontológicas, é necessária a confecção de modelos de gesso ou virtuais, seja para estudo e planejamento, como para execução de trabalhos laboratoriais ou arquivamento. Durante a história da Odontologia, os materiais e as técnicas para a moldagem e construção de modelos foram evoluindo, tornando essas etapas mais fiéis e gerando resultados com maior precisão. Em alguns casos, existe a necessidade de montagem dos modelos em articulador semi-ajustável, visando o relacionamento dos modelos com posições anatômicas e movimentações executadas pela mandíbula. Este processo também evoluiu e, hoje, podemos encontrar sistemas totalmente virtuais, que possibilitam a execução de todo o processo, desde a aquisição do modelo digital, passando pela montagem em articulador virtual e finalizando com a restauração protética definitiva, se for o caso. Neste trabalho, os autores realizaram uma revisão da literatura com o intuito de mostrar as opções de digitalização de modelos e suas utilizações.

**Palavras-chave:** Oclusão dentária, prótese dentária, odontologia.

<sup>1</sup> Doutorando em Clínicas Odontológicas (Prótese Dentária) - SLM; Professor do Curso de Odontologia/CESVA; Coordenador Extensão Universitária - FOV/CESVA;

<sup>2</sup> Cirurgiã-Dentista;

<sup>3</sup> Doutoranda em Clínicas Odontológicas (Odontopediatria) - SLM; Coordenadora do Curso de Odontologia/CESVA; Professora do Curso de Odontologia/CESVA.

## VIRTUAL MODELS AND ARTICULATORS

### ABSTRACT

In most of the dental specialties, it is necessary to make models of plaster or virtual, either for study and planning, as for performing laboratory work or filing. During the history of dentistry, the materials and techniques for molding and constructing the model were evolving, making these steps more faithful and generating results with greater precision. In some cases, there is a need to assemble the models in a semi-adjustable articulator, aiming the relationship of the models with anatomical positions and movements performed by the mandible. This process has also evolved, and today we can find totally virtual systems that allow the execution of the whole process, from the acquisition of the digital model, to the virtual articulator assembly and prosthetic restoration, if applicable. In this work, the authors carried out a review of the literature in order to show the options of scanning models and their uses.

**Keywords:** Dental occlusion, dental prosthesis, dentistry.

### INTRODUÇÃO

A utilização de modelos dentários facilita o estudo do caso clínico, permitindo a avaliação das condições oclusais, sem interferência dos tecidos moles da boca, sendo um passo indispensável para a obtenção do correto diagnóstico (HOWES, 1957; REDMOND, 2001). A análise do relacionamento oclusal ocorre, mais fielmente, quando os modelos de gesso são montados em um articulador semi-ajustável, numa relação espacial similar à posição tridimensional das arcadas do paciente em relação à base do crânio e aos eixos de rotação dos côndilos da mandíbula. Essa associação dos modelos com o articulador permite uma maior acurácia nas etapas de diagnóstico, planejamento e execução de tratamentos odontológicos com o intuito de reabilitar ou repor ou modificar a posição de elementos dentários (ASSUNÇÃO et al., 2004).

Hoje, os sistemas CAD/CAM (Computer Aided Design e Computer Aided Manufacture), disponíveis no mercado odontológico, são capazes de alimentar dados obtidos através de escaneamentos digitais precisos, diretamente na boca ou em modelos de gesso (POLIDO, 2010).

A impressão precisa, seja através do sistema convencional ou através do sistema CAD/CAM, é a parte crítica da fabricação da prótese. Sendo o objetivo geral, produzir uma réplica tridimensional (3D), negativa e exata dos tecidos moles e duros da cavidade oral (KANG et al., 2009).

Desta forma, este trabalho apresenta uma breve revisão sobre o momento atual da captura, subsequente construção dos modelos virtuais e montagens em articulador virtual.

## **MÉTODOS**

Foi realizada uma busca sistemática da literatura através do PubMed, utilizando-se a conjugação das palavras-chave “virtual articulator”, “digital cast”, “CAD/CAM”, “3D printing”, “scanner”. Seguindo os resultados da busca realizada e visando o entendimento do processo evolutivo das tecnologias abordadas, as revisões foram realizadas a partir do ano de 1988, até 2018. A avaliação e escolha dos trabalhos utilizados ocorreram com base na relação destes com os temas de interesse dos autores.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

Em meados de 1930, com a introdução dos hidrocolóides, as impressões passaram a ser possíveis, tornando esse material o preferido nas décadas de 1950 e 1960. Na década de 1950, polissulfetos e silicones de reação de condensação (silicones de tipo C) foram utilizados de forma confiável em próteses fixas (CLANCY, SCANDRETT, ETTINGER, 1983). No final dos anos 1960, o poliéter, um produto hidrofílico, com elevadas propriedades mecânicas, boa recuperação elástica e baixo rasgamento, tornou-se superior ao hidrocolóide e silicone por condensação. Por volta de 1987 foi introduzido no mercado o primeiro material de moldagem à base de poly (vinyl siloxane), apresentando baixa viscosidade e melhor registro de detalhes finos (POLIDO, 2010; TJAN et al., 1991; DONOVAN, CHEE, 2004; PANT et al., 2008).

Embora a literatura demonstre que a melhor precisão de uma impressão/modelo é obtida com moldeiras personalizadas, o uso de moldeiras de estoque para impressões elastoméricas é muito usual (PATIL et al., 2008), devido à economia e simplicidade do procedimento. Por sua vez, BROSKY e colaboradores, em 2002, mostraram que o tipo de moldeira de impressão não afeta a precisão dos moldes finais (BROSKY et al., 2002). Além disso, vários estudos discutem as diferentes técnicas de impressão, não havendo consenso entre eles quanto à escolha

do método ideal para esse problema clínico (KANG et al., 2009; HUNG et al., 1992; FARIA et al., 2008).

Mais de 20 anos se passaram desde que a odontologia digital surgiu como um sistema de desenho assistido por computador/sistema de fabricação assistida por computador (CAD (Computer Aided Design)/CAM (Computer Aided Manufacture)) para a fabricação de restaurações dentárias indiretas (MORMANN, 2006; ZIMMER et al., 2008). A partir disso, o interesse pela digitalização dos modelos de gesso ou o escaneamento dos dentes, diretamente na boca do paciente, vem crescendo. Tal interesse está relacionado com algumas vantagens que essas tecnologias prometem, como evitar o desconforto das moldagens com moldeiras; agilizar o trabalho; melhorar a comunicação entre colegas e com os laboratórios de prótese, assim como reduzir os espaços físicos necessários para o arquivamento desses modelos (POLIDO, 2010; QUIMBY et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2007; PELUSO, 2004). Desta forma, vem mostrando um grande impacto nos campos da prótese e da dentística restauradora (ARIAS et al., 2015).

As vantagens da tecnologia CAD/CAM podem ser incluídas em três protocolos principais, sendo: impressões digitais (YUZBASIOGLU et al., 2014; VANNERSTROM, FAKHARY, VON STEYERN et al., 2014; PRADÍES et al., 2015), modelos digitais e articuladores e arcos faciais virtuais (MAESTRE-FERRÍN et al., 2012; KORALAKUNTE, ALJANAKH, 2014; SOLABERRIETA et al., 2015; SOLABERRIETA et al., 2015a).

Os sistemas CAD/CAM são classificados em sistemas de laboratório e sistemas de consultório (chairside). O sistema de laboratório possui classificações extras, como CAD/CAM de laboratório, no qual a empresa possui seu próprio escaner e unidades de fresagem; somente sistemas CAD (Computer Aided Design), em que a empresa possui apenas o escaner; e somente o sistema CAM (Computer Aided Manufacture), em que a empresa mantém a unidade da máquina de fresagem. Já o sistema CAD/CAM “chairside” é classificado em sistema CAD/CAM de cadeira, em que a empresa possui suas próprias unidades de varredura e fresagem; e sistema de aquisição de imagens em que a empresa possui apenas um escaner, devendo ser conectado a um escaner de laboratório aberto para projetar a restauração (ALGHAZZAWI, 2016).

A impressão virtual dos arcos maxilar e mandibular, incluindo dentes e implantes, são escaneados usando um escaner intraoral ou uma unidade de aquisição de imagem. O registro interoclusal virtual é realizado através de uma varredura bucal em que o paciente é instruído a ficar na posição de máxima intercuspidação e o aspecto facial dos quadrantes opostos, nesta posição estática, é escaneado (SCHMITTER, SEYDLER, 2012; KURBAD, KURBAD, 2013; DA CUNHA et al., 2015).

No entanto, as impressões físicas, incluindo os dentes, apenas são digitalizadas com um escaner de laboratório. Essas impressões físicas são vertidas com gesso e os moldes maxilares e mandibulares podem ser gerenciados com dois protocolos diferentes: (A) O modelo maxilar é montado no articulador físico usando um arco facial físico e o modelo mandibular é montado usando-se um registro interoclusal físico. Mais uma vez, dependendo do tipo de escaner utilizado, o articulador físico é inserido com moldes maxilar e mandibular montados no escaner de laboratório ou os moldes maxilares e mandibulares montados são transferidos do articulador físico através de um kit ou placa de transferência que é então inserido no escaner de laboratório; (B) Os moldes maxilares e mandibulares são inseridos sem um registro interoclusal no escaner laboratorial e, em seguida, digitalizados com montagem virtual dos modelos no articulador virtual (MEHRA, VAHIDI, 2014; ANADIOTI et al., 2015; NAM, TOKUTOMI, 2015).

Para a montagem no articulador virtual, o arco facial é usado em conjunto com um articulador para relacionar o arco maxilar com os eixos condilares nos três planos do espaço. Um arco facial é um dispositivo mecânico que usa uma localização de tripé para as duas referências posteriores ao aproximar cada uma das ATMs e um ponto de referência anterior para relacionar o molde maxilar verticalmente ao plano de referência horizontal selecionado. Esta transferência é crítica para a reabilitação bucal extensa (MAESTRE-FERRÍN et al., 2012) e pode ser feita por dois métodos.

O primeiro método exige que o arco facial mecânico seja adaptado ao paciente e, em seguida, seja transferido para o articulador mecânico para montar o modelo maxilar. Posteriormente, o articulador mecânico é transferido para o articulador virtual inserindo o articulador mecânico com os moldes maxilar e mandibular montados ou o molde maxilar e mandibular são fixados com um conjunto

de transferência ou placa, individualmente, dependendo do tipo de escaner de laboratório (ALGHAZZAWI, 2016).

O segundo método é a implementação de um arco facial virtual usando escaneamento óptico e nova metodologia baseada na engenharia reversa, escaneando seis pontos da cabeça como referência, mais eixos transversais horizontais para transferir a posição exata do modelo maxilar para o articulador virtual. O arco maxilar e mandibular são digitalizados com um escaner óptico (escaner intraoral) conectado a um computador pessoal com software específico. Três pontos extraorais são determinados na cabeça do paciente (dois pontos nas articulações temporomandibulares e um no ponto infraorbitário logo abaixo do olho esquerdo) para gerar o plano horizontal. Em seguida, o papel de articulação é colocado no garfo plano do arco facial, que é colocado nos dentes maxilares, e três pontos intraorais (cúspides mais proeminentes) estão determinados para gerar o plano oclusal. O total de seis pontos podem criar um sistema de coordenadas craniano com diferentes softwares de engenharia reversa em que o sistema de coordenadas craniano do paciente coincide com o sistema de coordenadas craniano do articulador virtual. Portanto, o modelo digital maxilar é transferido para o “software” do articulador virtual (montagem virtual do modelo maxilar no articulador virtual em oclusão cêntrica). Finalmente, o paciente é instruído a fechar sua boca em oclusão cêntrica e a varredura bucal (registro oclusal digital) é realizada a partir de três direções diferentes (direita, esquerda, frente), usando varredura intraoral para orientar o modelo digital mandibular para o digital maxilar lançar o articulador virtual em oclusão cêntrica (montagem virtual do modelo mandibular para o modelo maxilar) (SOLABERRIETA et al., 2015; SOLABERRIETA et al., 2013; SOLABERRIETA et al., 2014; SOLABERRIETA et al., 2014a).

No campo da odontologia protética e restauradora, o articulador virtual incorpora aplicações de realidade virtual para o mundo de clínica dentária para análise de complexos estáticos e relações oclusais dinâmicas. Sua principal aplicação está na simulação do articulador mecânico. Simula movimentos da mandíbula e maxila e fornece uma visualização dinâmica dos contatos oclusais (BISLER et al., 2002). Os articuladores virtuais permitem uma avaliação tridimensional da oclusão estática e dinâmica durante o planejamento protético sem as limitações dos métodos mecânicos convencionais (SZENTPÉTERY et al., 1997).

Também permitem aos técnicos testar a oclusão de restaurações e próteses, antes que sejam produzidas, permitindo que, realmente, analisem o ajuste (SHETTY, 2015; NILSSON, THOR, KAMER, 2015; LAM et al., 2017).

O uso de computadores tornou-se comum nos consultórios e laboratórios odontológicos (KORDASS et al., 2010), não sendo um impeditivo à tecnologia digital e mais especificamente, à possibilidade de trabalhar em um ambiente virtual, uma vez que mostraram melhorar o diagnóstico e o tratamento, reduzindo o tempo necessário para cada procedimento (SEELBACH et al., 2013).

## **RESULTADOS**

Os trabalhos relacionados com a digitalização de modelos ou modelos virtuais mostraram uma tecnologia mais acessível à Odontologia contemporânea (YUZBASIOGLU et al., 2014; PRADÍES et al., 2015; ALGHAZZAWI, 2016) comparando quando analisa-se a utilização de articuladores virtuais (SOLABERRIETA et al., 2015; SOLABERRIETA et al., 2013; SOLABERRIETA et al., 2014; SOLABERRIETA et al., 2014a).

Uma grande variedade de equipamentos e “softwares” encontram-se disponíveis para o sistema de trabalho CAD/CAM (ALGHAZZAWI, 2016).

## **DISCUSSÃO**

A comparação entre modelos digitais e modelos de gesso, mostrou a existência de uma pequena curva de aprendizado, até que os modelos digitais possam ser comparados aos convencionais (RHEUDE et al., 2005). No entanto, ao realizar medidas de espaço em modelos de gesso e modelos digitais, verificou-se que a precisão do “software” para análise de espaço, em modelos digitais, é clinicamente aceitável e reproduzível, quando comparada com análises convencionais em modelos de gesso (LEIFERT et al., 2009).

Embora várias empresas tenham personalizado um articulador virtual para o seu sistema de fabricação CAD/CAM, eles ainda precisam montar os moldes primeiro em um articulador mecânico e, em seguida, transferir esses modelos um a um para o articulador virtual (SZENTPÉTERY et al., 1997). Para utilizar essa nova

tecnologia digital, deve-se levar em consideração fatores como o custo inicial, a precisão de gerenciamento e o consumo de tempo. Portanto, a nova tecnologia proposta deve ser comparada à convencional para determinar se a implementação da tecnologia digital é prática. Uma vez que os dispositivos e a tecnologia são melhorados, eles podem ser aplicados na produção de próteses dentárias parciais removíveis e dentaduras completas, assistidas por computador (GOODACRE et al., 2012).

Zizelman e colaboradores, em 2012, utilizando dispositivos do arco facial, mostraram a ocorrência de irregularidades na montagem de modelos assim como na marcação dos planos de referência anatômica, concluindo que o planejamento virtual tridimensional pode ser mais preciso do que o método convencional.

O articulador virtual foi comparado com o articulador mecânico em cirurgia ortognática, visando o estabelecimento da posição maxilar ideal e o preparo de talas cirúrgicas. Neste caso, o método virtual mostrou-se mais preciso do que a abordagem convencional (SONG; BAEK, 2009).

O custo efetivo do articulador virtual é apontado como uma desvantagem, uma vez que sua utilização exige escaneadores e sensores digitais, “softwares” e diferentes tipos de modelos de articuladores virtuais, imitando os mecânicos, de acordo com a necessidade do paciente. Outros fatores que dificultam sua utilização podem estar relacionados com o conhecimento sobre a tecnologia CAD/CAM, a mecânica de articuladores, concepção e modelagem de articuladores virtuais e habilidades técnicas em relação à interpretação de dados gravados a partir de escaneadores, sensores e ajustes menores, incorporando parâmetros de movimento (SHETTY, 2015; LAM et al., 2017; YEE et al., 2018a; YEE et al., 2018b).

## **CONCLUSÃO**

Hoje, os prós ainda parecem colidir com os contras, principalmente se analisarmos o momento no qual a tecnologia se encontra e as particularidades econômicas e políticas do Brasil. No entanto, baseando-nos nas referências utilizadas entendemos que em algum momento ocorrerá uma grande ruptura com o modelo clássico, com a digitalização total das etapas de aquisição dos moldes, montagem em ar-



articulador, planejamento e execução dos trabalhos laboratoriais, podendo gerar grandes benefícios aos cirurgiões-dentistas e seus pacientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALGHAZZAWI, T. F. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. **J Prosthodont Res**, v.60, p.72-84, 2016.

ANADIOTI, E. et al. Internal fit of pressed and computer-aided design/computer-aided manufacturing ceramic crowns made from digital and conventional impressions. **J Prosthet Dent**, v.113, n.4, p.304–9, 2015.

ARIAS, D. M. et al. Treatment of the patient with gummy smile in conjunction with digital smile approach. **Dent Clin North Am**, v.59, n.3, p.703–16, 2015.

ASSUNÇÃO, W. G. et al. Estudo comparativo de alterações na orientação espacial de modelos maxilares montados em articulador, com e sem uso de Arco Facial. **Rev Ibero-Amer Prot Clín Lab**, v.29, n.6, p.7792, 2004.

BISLER, A. et al. The virtual articulator. **Int J Comput Dent**, n.5, p.06-101, 2002.

BROSKY, M. E. et al. Laser digitization of casts to determine the effect of tray selection and cast formation technique on accuracy. **J Prosthet Dent.**, v.87, p.204–209, 2002.

CLANCY, J. M.; SCANDRETT, F. R.; ETTINGER, R. L. Long-term dimensional stability of three current elastomers. **J Oral Rehabil**, v.10, p.325-333, 1983.

CUNHA, L. F. et al. Fabrication of lithium silicate ceramic veneers with a CAD/ CAM approach: a clinical report of cleidocranial dysplasia. **J Prosthet Dent**, v.113, n.5, p.355–359, 2015.

DONOVAN, T. E.; CHEE, W. W. L. A review of contemporary impression materials and techniques. **Dent Clin N Am**, v.48, p.445-470, 2004.

FARIA, A. C. et al. Accuracy of stone casts obtained by different impression materials. **Braz Oral Res**, v.22, p.293–298, 2008.

GOODACRE, C. J. et al. CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods of obtaining required morphological data. **J Prosthet Dent**, v.107, n.1, p.34-46, 2012.

GOODACRE, C. J. et al. CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods of obtaining required morphological data. **J Prosthet Dent**, v.107, p.34-46, 2012.

HUNG, S. H. et al. Accuracy of one-step versus two-steps putty wash addition silicone technique. **J Prosthet Dent**, v.67, p.583–589, 1992.

KANG, A. H. et al. Accuracy of a reformulated fast-set vinyl polysiloxane impression material using dual-arch trays. **J Prosthet Dent**, v.101, p.332–334, 2009.

KORALAKUNTE, P. R.; ALJANAKH, M. The role of virtual articulator in prosthetic and restorative dentistry. **J Clin Diagn Res**, v.8, n.7, p.ZE25–8, 2014.

KORDASS, B. Clinical dental CAD/CAM - qualification for tomorrow's networked dentistry. **Int J Comput Dent**, v.13, p.3-6, 2010.

KURBAD, A.; KURBAD, S. A new, hybrid material for minimally invasive restorations in clinical use. **Int J Comput Dent**, v.16, n.1, p.69–79, 2013.

LAM W. Y. H. et al. A clinical technique for virtual articulator mounting with natural head position by using calibrated stereophotogrammetry. **J Prosthet Dent**, Sep 29. pii: S0022-3913(17)30553-X, 2017.

LEIFERT, M. F. et al. Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.136, n.1, p.16. e1-4, 2009.

LIN, C. C.; DONEGAN, S. J.; DHURU, V. B. Accuracy of impression materials for complete-arch fixed partial dentures. **J Prosthet Dent**, v.59, p.288-291, 1988.

MAESTRE, F. L. et al. Virtual articulator for the analysis of dental occlusion: an update. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**, v.17, n.1, p.e160–163, 2012.

MEHRA, M.; VAHIDI, F. Complete mouth implant rehabilitation with a zirconia ceramic system: a clinical report. **J Prosthet Dent**, v.112, n.1, p.1–4, 2014.

MORMANN, W. H. The evolution of the CEREC system. **JADA**, v.137 (Supplement), p.7S-13S, 2006.

NAM, J.; TOKUTOMI, H. Using zirconia-based prosthesis in a complete-mouth reconstruction treatment for worn dentition with the altered vertical dimension of occlusion. **J Prosthet Dent**, v.113, n.2, p.81–85, 2015.

NILSSON J., THOR A., KAMER L. Development of workflow for recording virtual bite in the planning of orthognathic operations. **Br J Oral Maxillofac Surg**, v.53, n.4, p.384-386, 2015.

OLIVEIRA, D. D. et al. Confiabilidade do uso de modelos digitais tridimensionais como exame auxiliar ao diagnóstico ortodôntico: um estudo piloto. **Rev Dental Press Ortod Ortop Facial**, v.12, n.1, p.84-93, 2007.

PANT, R. et al. Long–term dimensional stability and reproduction of surface detail of four polyvinyl siloxane duplicating materials. **J Dent**, v.36, p.456-461, 2008.

PATIL, S. B. et al. Ocular prosthesis: A brief review and fabrication of an ocular prosthesis for a geriatric patient. **Gerodontology**, v.25, p.57–62, 2008.

PELUSO, M. J. et al. Digital Models: an introduction. **Semin Orthod**, v.10, p.226-238, 2004.

POLIDO, W.D. Digital impression and handling of digital models: the future of Dentistry. **Dental Press J Orthod**, v.15, n.5, p.18-22, 2010.

PRADÍES, G. et al. Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions based on wavefront sampling technology. **J Dent**, v.43, n.2, p.201–208, 2015.

QUIMBY, M. L. et al. The accuracy and reliability of measurements made on computer-based digital models. **Angle Orthod**, v.74, n.3, p.298-303, 2004.

RHEUDE, B. et al. An evaluation of the use of digital study models in orthodontic diagnosis and treatment planning. **Angle Orthod**, v.75, n.3, p.292-296, 2005.

RHEUDE, B. et al. An evaluation of the use of digital study models in orthodontic diagnosis and treatment planning. **Angle Orthod**, v.75, p.300-304, 2005.

SCHMITTER, M.; SEYDLER, B.B. Minimally invasive lithium disilicate ceramic veneers fabricated using chairside CAD/ CAM: a clinical report. **J Prosthet Dent**, v.107, n.2, p.71–74, 2012.

SEELBACH, P.; BRUECKEL, C.; WOSTMANN, B. Accuracy of digital and conventional impression technique and workflow. **Clin Oral Investig**, v.17, p. 1759-1764, 2013.

SHETTY S. Virtual articulators and virtual facebow transfers: Digital prosthodontics!!! **J Indian Prosthodont Soc**, v.15, n.4, p.291, 2015.

SOLABERRIETA, E. et al. Direct transfer of the position of digitized casts to a virtual articulator. **J Prosthet Dent**, v.109, n.6, p.411–414, 2013.

SOLABERRIETA, E. et al. Comparison of the accuracy of a 3-dimensional virtual method and the conventional method for transferring the maxillary cast to a virtual articulator. **J Prosthet Dent**, v.113, n.3, p.191–197, 2015.

SOLABERRIETA, E. et al. Computer-aided dental prostheses construction using reverse engineering. **Comput Methods Biomech Biomed Eng**, v.17, n.12, p.1335–1346, 2014a.

SOLABERRIETA, E. et al. Comparison of a conventional and virtual occlusal record. **J Prosthet Dent**, v.114, n.1, p.92–97, 2015a.

SOLABERRIETA, E. et al. Improved digital transfer of the maxillary cast to a virtual articulator. **J Prosthet Dent**, v.112, n.4, p.921–924, 2014.

SONG K. G.; BAEK S. H. Comparison of the accuracy of the three-dimensional virtual method and the conventional manual method for model surgery and intermediate wafer fabrication. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.107, p.13-21, 2009.

SONG, K. G.; BAEK, S. H. Comparison of the accuracy of the three-dimensional virtual method and the conventional manual method for model surgery and intermediate wafer fabrication. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 107, p.13-21, 2009.

SZENTPÉTERY, A. Computer aided dynamic correction of digitized occlusal surfaces. **J Gnathol**, v.16, p.53-60, 1997.

TJAN, A. H. et al. Marginal accuracy of complete crowns made from alternative casting alloys. **J Prosthet Dent**, v.66, p.157-164, 1991.

VENNERSTROM, M.; FAKHARY, M.; VON, S.P.V. The fit of crowns produced using digital impression systems. **Swed Dent J**, v.38, n.3, p.101–110, 2014.

YEE, S. H. X. et al. Three-Dimensional Static Articulation Accuracy of Virtual Models - Part I: System Trueness and Precision. **J Prosthodont**, v.27, n.2, p.129-136, 2018a.

YEE, S. H. X. et al. Three-Dimensional Static Articulation Accuracy of Virtual Models-Part II: Effect of Model Scanner-CAD Systems and Articulation Method. **J Prosthodont**, v.27, n.2, p.137-144, 2018b.

YUZBASIOGLU, E. et al. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. **BMC Oral Health**, v.30, n.14, p.10, 2014.

ZIMMER, S. et al. Long-term survival of CEREC restorations: A 10-year study. **Operative Dentistry**, v.3, n.5, p.484-487, 2008.

ZIZELMANN, C. et al. An evaluation of face-bow transfer for the planning of orthognathic surgery. **J Oral Maxillofac Surg**, v.70, p.1944-1950, 2012.