

# MODELOS ORTODÔNTICOS DIGITAIS: UMA REALIDADE NA PRÁTICA CLÍNICA

Digital dental casts:  
a reality in clinical practice



Revisão de  
Literatura

## LARA CARVALHO FREITAS SIGILÃO

Capitão de Corveta (CD), Especialista em Ortodontia pela Odontoclínica Central da Marinha  
Mestre em Ortodontia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

**Resumo:** A introdução dos modelos digitais na ortodontia é uma realidade e eles vêm substituindo gradativamente os modelos físicos pois permitem economia de custos com materiais de moldagem e modelagem, evitam erros manuais e repetições de procedimentos, diminuem consideravelmente o tempo necessário para confecção dos modelos de gesso, eliminam a necessidade de espaço para armazenamento e podem ser utilizados na fabricação de aparelhos ortodônticos feitos via computador, como na confecção de alinhadores termoplásticos e customização de bráquetes, além de possibilitar o planejamento digital em cirurgia ortognática. O objetivo do presente artigo é apresentar, através de uma revisão de literatura, uma nova ferramenta diagnóstica representada pelos modelos digitais, discutindo suas vantagens e desvantagens, seus diversos métodos de aquisição, aplicabilidade clínica, precisão e confiabilidade. Esta revisão confirmou que os modelos digitais obtidos através de escaneamentos dos modelos, moldagens ou escaneamentos intraorais oferecem uma alternativa válida aos modelos de gesso pois mostraram ser confiáveis e que os "softwares" são capazes de reproduzir fielmente as características dentárias com um alto grau de precisão sem comprometimento clínico. Os modelos obtidos pela tomografia computadorizada de feixe cônico possuem precisão de moderada a alta em virtude da presença de artefatos.

**Palavras-chave:** Modelos Dentários. Conversão Análogo-digital. Ortodontia.

**Como citar este artigo:** Sigilão, L. C. F. Modelos ortodônticos digitais: uma realidade na prática clínica. Revista Naval de Odontologia. 2016, 43(1):49-55.

**Submetido:** 16 de março de 2016

**Revisado e aceito:** 29 de julho de 2016

**Endereço de contato:** Rua da Passagem 160-505

Botafogo - Rio de Janeiro, RJ, CEP: 22.290-030

**E-mail:** larasigiliao@yahoo.com.br

Os autores não relatam interesse comercial, financeiro ou de propriedade nos produtos ou empresas descritos neste artigo.

## Modelos ortodônticos digitais: uma realidade na prática clínica

### Digital dental casts: a reality in clinical practice

#### INTRODUÇÃO

A tecnologia digital está presente na odontologia e imprime mudanças na prática clínica ortodôntica. A documentação ortodôntica é composta por radiografias, fotografias intra e extraorais, modelos de gesso e ficha clínica. As fotografias e radiografias digitais substituíram os métodos tradicionais e a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) está sendo cada vez mais solicitada pelos clínicos nos consultórios. Na sequência da evolução tecnológica, a confecção de modelos digitais já é uma realidade e estes estão substituindo gradativamente os modelos físicos (1), pois permitem economia de custos com materiais de moldagem e modelagem, evitam erros manuais e repetições de procedimentos, diminuem consideravelmente o tempo necessário para confecção dos modelos de gesso, eliminam a necessidade de espaço físico para armazenamento e podem ser utilizados na fabricação de aparelhos ortodônticos confeccionados via computador.

O objetivo do presente artigo é apresentar uma nova ferramenta diagnóstica representada pelos modelos digitais, discutindo suas vantagens e desvantagens, seus diversos métodos de aquisição, aplicabilidade clínica e sua precisão e confiabilidade.

#### REVISÃO DE LITERATURA

Modelos em gesso são o registro tridimensional mais frequentemente usado na ortodontia e são, depois da avaliação clínica, o mais valioso registro ortodôntico. Com a evolução tecnológica, os modelos virtuais ou digitais estão se difundindo entre os profissionais e se tornando uma nova modalidade de registro na prática clínica ortodôntica.

Nas últimas décadas, o uso de modelos odontológicos digitais foi anunciado pela indústria ortodôntica como sendo uma nova forma de documentação totalmente digital. Os modelos digitais são analisados por "software" específico e os resultados são exibidos instantaneamente na tela do computador (2).

As principais vantagens dos modelos digitais são: precisão e rapidez na obtenção de dados para o diagnóstico; facilidade de armazenamento eliminando a necessidade de espaço físico (3,4); transferência de informações através dos meios de comunicação virtual entre profissionais (3,4); maior facilidade na realização de análises ortodônticas e confecção de "setups" virtuais; permitem planejamento e confecção de alinhadores estéticos por CAD/CAM e o desenvolvimento de outros recursos, como a customização de bráquetes (1) para o tratamento ortodôntico; permitem superposições (5) e o planejamento ortocirúrgico virtual com a confecção de guias cirúrgicos (6).

Algumas desvantagens quanto ao uso de modelos digitais seriam, o maior custo de confecção

devido ao alto custo do escâner, falta de familiarização na análise de modelos ortodônticos digitais (7), impossibilidade de serem manuseados, impossibilidade de montagem em articulador, bem como a necessidade de suporte técnico para o "software" e a possibilidade de perda de informações em caso de danos. No entanto, essas desvantagens são consideradas insignificantes em comparação aos benefícios que a tecnologia digital pode oferecer. Se desejado, uma "cópia" real dos modelos virtuais pode ser obtida por um processo chamado prototipagem ou estereolitografia (2).

#### Métodos de obtenção

Modelos digitais foram introduzidos em 1999 com o OrthoCad® (Cadent, Carlstadt, NJ, USA, posteriormente (2011) adquirida pela Align Technology, San Jose, Califórnia) e em 2001 com o emodel® (GeoDigm, Chanhassen, MN, USA) (8).

A aquisição das imagens é obtida através de métodos indireto e direto. O método indireto pode ser realizado pelo escaneamento de modelos de gesso e moldagens, enquanto, no método direto, o modelo digital é adquirido pelo escaneamento intraoral ou pela tomografia computadorizada do paciente (2,7).

#### Escâner de modelos de gesso e moldagens

O escaneamento dos modelos de gesso é o método mais empregado para a confecção dos modelos digitais em virtude da facilidade de obtenção, do uso amplamente difundido dos modelos de gesso na prática clínica ortodôntica e representaram os primeiros empregos de escâneres a surgirem na área odontológica.

Para a realização do escaneamento de modelos de gesso, estes não devem apresentar bolhas positivas ou negativas, além de possuírem um correto registro interoclusal - embora os programas de manipulação de modelos digitais apresentem ferramentas que corrigem possíveis bolhas e/ou desajustes interarcadas (7).

Existem diversas tecnologias aplicadas no processo de escaneamento dos modelos de gesso, como por varredura a laser ou por luz estruturada. O escâner possui uma plataforma que move o modelo para que o laser o atinja em vários ângulos (Fig. 1). A precisão dos modelos digitais depende, inicialmente, da precisão da moldagem. Usualmente, o alginato é o material de moldagem mais utilizado para diagnóstico ortodôntico, por apresentar menor custo, ser de fácil manipulação e possuir relativa precisão. Entretanto, a moldagem, quando escaneada, deve ter, além da precisão, estabilidade dimensional, em virtude do intervalo de tempo entre o ato da moldagem e o escaneamento propriamente dito. O alginato, entretanto, não possui grande estabilidade dimensional, embora, no mercado, existam alginatos que mantêm a estabilidade dimensional por até 100

horas - como o Kromopan100® (Kromopan, Illinois, EUA). Caso o ortodontista envie uma moldagem para ser escaneada por um centro de documentação, é mais prudente utilizar a silicona de adição em vez do alginato, em virtude de sua maior estabilidade dimensional. A maior dificuldade apontada nos trabalhos em relação ao escaneamento de moldagens é o possível desajuste interarcadas dos modelos digitais, em virtude de falhas no escaneamento do registro de mordida e/ou intercuspidação dos modelos digitais (9). Ao escanear os modelos de gesso, esse inconveniente é minimizado pelo registro dos modelos em oclusão, durante seu escaneamento (7).

#### Modelos Digitais adquiridos da TCFC

A aquisição de modelos digitais pela TCFC do paciente, assim como o escaneamento intraoral são dois exemplos de métodos diretos.

A TCFC fornece diversas informações não contidas nos modelos digitais, tais como a posição de dentes impactados, anatomia radicular, espessura e nível ósseo e avaliação da articulação temporomandibular. No entanto, a obtenção de modelos digitais a partir da tomografia expõe o paciente a uma grande dose de radiação, além da morfologia dentária não ser tão precisa com essa técnica, em virtude da presença de artefatos, como restaurações metálicas ou bráquetes (10).

AKYALCIN et al. (10), em 2013, fizeram uma pesquisa com o objetivo de avaliar a precisão dos modelos digitais tridimensionais adquiridos a partir de um escâner intrabucal e compararam com as medições manuais e de TCFC da mesma anatomia dentária. A amostra do estudo compreendeu 60 crânios secos. Os arcos maxilares e mandibulares de cada crânio foram digitalizados com um escâner Cadent iTero® (Align Technology, San Jose, Califórnia) e uma TCFC também foi realizada. As medidas lineares em todas as 3 dimensões do espaço em cada arco dentário, juntamente com a análise do comprimento do arco e do tamanho dentário para ambos os arcos maxilares e mandibulares, foram realizadas manualmente nos crânios secos e digitalmente nos modelos escaneados e nas imagens de TCFC. As medidas dos modelos iTero® demonstraram um acordo quase perfeito (ICC 0,91-0,99) com as medidas do paquímetro diretamente nos crânios. As medições a partir da TCFC tiveram níveis de concordância de moderados a altos (ICC 0,65-0,99) em comparação com as medidas manuais. Foi concluído nesse trabalho que a aquisição digital direta dos arcos dentários com um escâner de cadeira proporcionou precisão quase 1 para 1 da anatomia investigada e foi superior às medidas da TCFC.

#### Modelos digitais adquiridos por escâner intraoral

Os escâneres intraorais digitais são considerados dispositivos elétricos médicos Classe I, projetados e construídos de acordo com os padrões da

# Modelos ortodônticos digitais: uma realidade na prática clínica

## Digital dental casts: a reality in clinical practice

Norma de padronização americana ANSI/IEC 60601-1. Todo escâner possui três componentes principais: uma estação de trabalho móvel sem fio para suportar a entrada de dados, um monitor de computador para inserir prescrições, aprovar os escaneamentos e revisar arquivos digitais e uma câmera portátil para coletar os dados escaneados da cavidade bucal do paciente. Para coletar pontos de dados de superfície, a energia de luz laser ou luz branca é projetada da ponta do escâner para um objeto e reflete de volta para um sensor ou câmera dentro da ponta. Com base em algoritmos, dezenas ou centenas de milhares de medidas são tomadas por polegada, resultando em uma representação tridimensional (3D) da forma do objeto (11). Os arquivos gerados pelo escaneamento são arquivos de linguagem de triangulação padrão, compatíveis com os sistemas Invisalign®, Harmony®, Incognito®, SureSmile® dentre outros e com "softwares" tomográficos como o Dolphin Imaging®.

De acordo com GRÜNHEID, MCCARTHY e LARSON (12), em 2014, a maioria dos pacientes relatou que o procedimento de escaneamento intraoral é mais confortável do que a impressão convencional, embora alguns estudos tenham relatado a conclusão oposta. Atualmente, o tempo médio necessário para a varredura intraoral é menor do que o necessário para adquirir impressões tradicionais com silicón de adição (uma impressão com material pesado e uma segunda impressão com material de impressão leve), mas o tempo de escaneamento intraoral é maior do que o necessário para o procedimento de moldagem com alginato. Os autores relataram que as melhorias nos escâneres, no "software" e o uso de computadores mais rápidos reduziriam o tempo de digitalização.

O escaneamento intraoral (Fig. 2) se apresenta como uma ferramenta vantajosa para o ortodontista, pela rápida aquisição do modelo digital se comparado ao método indireto, onde é necessário moldar o paciente e distorções durante o processo podem ocorrer. Não há necessidade de registro de oclusão em cera, portanto, não haverá material entre os dentes superiores e inferiores, reduzindo o risco de se obter uma relação interoclusal inadequada (9). Os sistemas de escaneamento intraoral eliminam algumas etapas, tais como: seleção de moldeiras, preparação e uso de materiais de moldagem, desinfecção do molde, vazamento em gesso, recorte de modelo, duplicação de modelo e envio ao laboratório (7). As vantagens em relação ao método indireto residem na redução do tempo de atendimento, evita ansiedade e desconforto principalmente para pacientes com reflexo de vômito exacerbado, custo com materiais e serviços laboratoriais (11). O escâner intraoral também pode ser uma vantagem para os pacientes que estão em tratamento ortodôntico e possuem aparelhos fixos instalados, pois uma impressão tradicional pode ser severamente distorcida devido à presença da

aparato fixa.

É necessário um treinamento prévio para sua utilização e uma curva de aprendizagem com objetivo de proporcionar celeridade ao processo de escaneamento. Além disso, o alto custo do equipamento ainda restringe o seu uso para a maioria dos ortodontistas.

Existem no mercado inúmeros escâneres intraorais, destacando o Trios Color® (3Shape, Copenhagen, Dinamarca), CadentiTero® (Align Technology, San Jose, Califórnia), 3M ESPE True Definition® (3M ESPE), Cerec Ortho® (Sirona Dentsply, Alemanha) (Fig.3). Alguns escâneres, como o Trios Color® e Cerec Ortho®, são mais utilizados no Brasil, captam imagem colorida da dentição e da cavidade oral sem a necessidade de aplicar pó nos dentes e na mucosa do paciente. A exibição em cores da dentição e da mucosa permite uma localização precisa da margem gengival, facilita a aquisição de fotos em alta definição para fins de documentação ou comunicação com o paciente. Além disso, se ocorrer um erro durante a digitalização, a região específica pode ser facilmente recarregada sem fazer uma nova impressão, o que pode economizar tempo e material (3).

### Aplicabilidade clínica

A integração versátil dos modelos digitais em conceitos de diagnóstico e tratamento fornece soluções em saúde personalizáveis para o paciente. Ao utilizar esta tecnologia, os ortodontistas podem fazer simulações de tratamento virtuais ("setup"), fabricar alinhadores transparentes, moldeiras de colagem indireta e aparelhos de laboratório como retentores e aparelhos soldados às bandas com a maior precisão e eficiência, sem a experiência desagradável das impressões convencionais. Talvez, esse seja o uso mais emocionante do escaneamento intraoral. Um aparelho de acrílico pode ser fabricado diretamente em um modelo impresso em 3D. No momento, devido à possibilidade de derreter um modelo impresso, um aparelho soldado exige que os modelos impressos sejam duplicados em gesso com as bandas adaptadas. No futuro próximo, os laboratórios de ortodontia usarão fresadoras para produzir modelos de um material semelhante a um gesso que possa ser soldado e aparelhos auxiliares (11).

De acordo com a análise sistemática de FLEMING, MARINHO e JOHAL (8), em 2011, sugere-se economia de tempo significativa com técnicas digitais, embora seja indispensável e necessária uma curva de aprendizagem significativa e um período de ajuste no manuseio dos "softwares". Acredita-se que a abordagem da medição digital tenha um impacto positivo no diagnóstico ortodôntico, sendo necessária a manipulação do modelo para realizar medições específicas. Diferenças entre as medições manuais e digitais podem surgir em vista da familiaridade com a

técnica e com o "software".

Os modelos digitais podem ser manipulados e seccionados para analisar dentes específicos permitindo a estimativa da posição de seu longo eixo, assim como estudar a localização de pontos de contatos oclusais (Fig. 4). Outra aplicabilidade clínica é a interação com outras tecnologias, como a associação com as tomografias computadorizadas. Os arquivos de digitalização de TCFC (arquivos Dicom) e os arquivos.stl podem ser mesclados para facilitar o planejamento de tratamento virtual de casos ortocirúrgicos, criação de guias cirúrgicos, colocação de mini-implantes ortodônticos, exposição de dentes ectópicos ou preparação para próteses dentárias (11,13,14).

Quando a tecnologia de escaneamento intraoral é associada com a tecnologia de impressão tridimensional, é concebível que dispositivos ortodônticos, como os alinhadores transparentes e moldeiras de colagem indireta, feitos sob encomenda, possam ser entregues ao paciente no mesmo dia, após um escaneamento simples. Assim, a tecnologia com o escâner intraoral mantém grande potencial para aumentar a eficiência dos ortodontistas e substituir as impressões tradicionais (12).

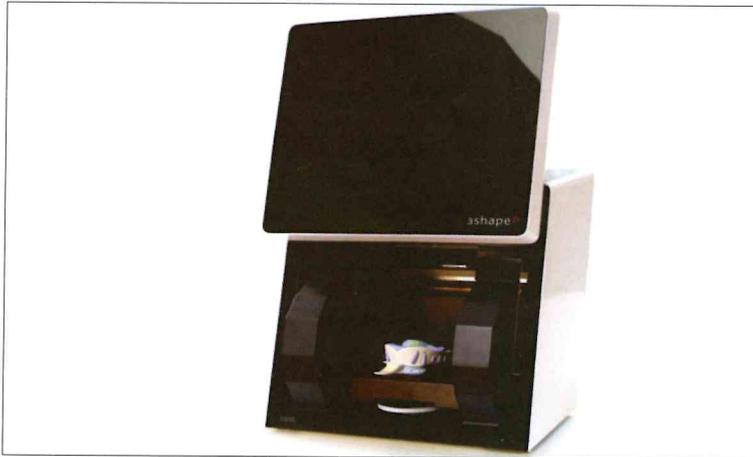
A natureza física dos modelos de gesso impede que sejam sobrepostos no espaço e registrados no mesmo sistema de coordenadas. Como não é possível estabelecer a relação espacial entre dois modelos de gesso adquiridos em diferentes fases do tratamento, as mudanças observadas entre ambos não são direcionais e apenas alterações bidimensionais podem ser obtidas. Por exemplo, sabe-se que ocorreu uma alteração entre o ponto 1 e o ponto 2, mas não se pode saber se essa alteração ocorreu devido ao movimento do ponto 1, ponto 2 ou ambos, e não é possível quantificar a porcentagem de mudança em cada ponto (5).

Aplicações avançadas de técnicas de imagem 3D, incluindo modelos digitais virtuais e tomográficos, podem ser utilizadas para aplicações em odontologia que agora permitem superposições para avaliações longitudinais populacionais e individuais. As superposições 3D fornecem avaliações de crescimento, mudanças com tratamento, avaliações de estabilidade, diagnósticos melhorados de assimetria, morfologias e posições dentárias, análises quantitativas e qualitativas de deslocamentos esqueléticos e dentários e avaliações conjuntas temporomandibulares, entre outras aplicações (8).

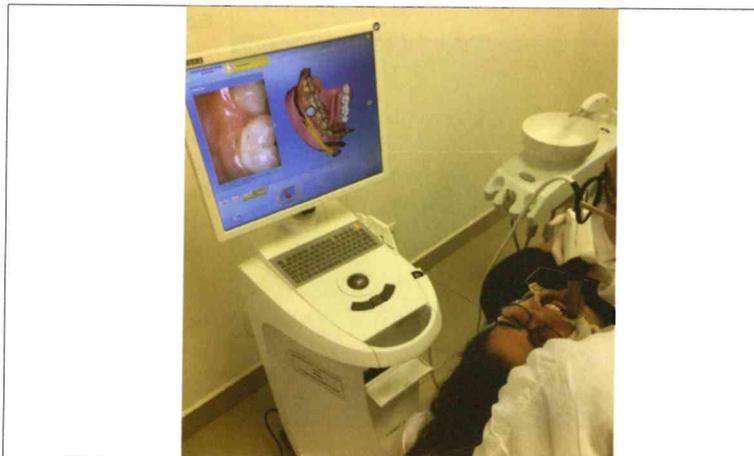
A interpretação dos resultados da superposição depende da estrutura de referência utilizada para o registro (14). O desafio é encontrar referências estáveis ao longo do tempo de tratamento para serem usadas como estruturas de registro. A região das rugosidades palatinas foi sugerida como região estável (5). JANG et al. (15), em 2009, compararam o método de registro das rugosidades palatinas com registro em mini-implantes instalados na maxila e concluíram que os

**Modelos ortodônticos digitais:  
uma realidade na prática clínica**

Digital dental casts:  
a reality in clinical practice



*Figura 1 - Scanner de modelos e moldagens 3Shape D800 (3Shape®, Copenhagen, Dinamarca).*



*Figura 2 - Escaneamento intraoral de um paciente da Odontoclínica Centra da Marinha realizada pelo Cerec Ortho (Sirona Dentsply®, Alemanha).*



*Figura 3 - Scanner intraoral Cerec Ortho (Sirona Dentsply®, Alemanha).*

## Modelos ortodônticos digitais: uma realidade na prática clínica

Digital dental casts:  
a reality in clinical practice

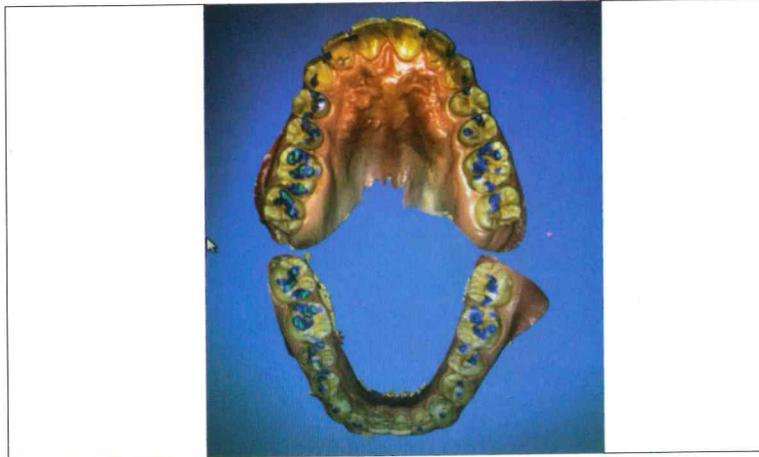


Figura 4 - Fotografia do escaneamento intraoral (Cerec Ortho) de um paciente evidenciando os pontos de contatos obtidos pelo tratamento ortodôntico.

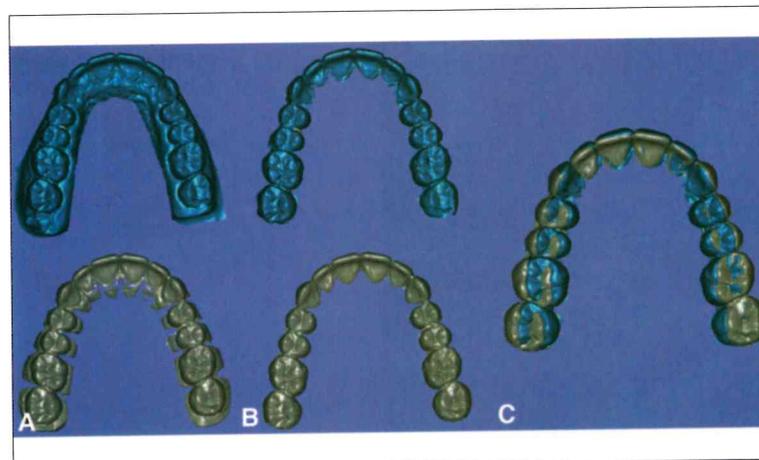


Figura 5 - A) Modelos digitais ortodônticos finais e "setup", B) As superfícies correspondentes aos tecidos gengivais removidas, C) modelos digitais registrados.

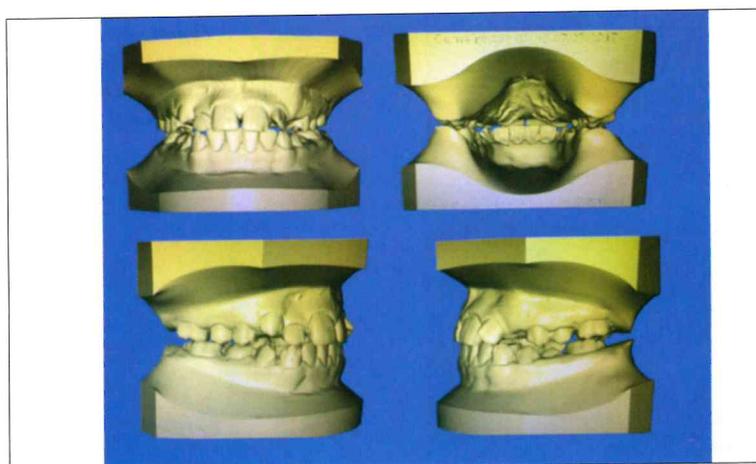


Figura 6 - Modelos digitais adquiridos a partir do escaneamento intraoral com o Scanner Cerec Ortho.

## Modelos ortodônticos digitais: uma realidade na prática clínica

### Digital dental casts: a reality in clinical practice

pontos medianos da terceira rugosidade palatina poderiam ser utilizados como marcos de referência. É importante que o clínico seja preparado e familiarizado com a tecnologia para evitar erros de interpretação evitar erros de interpretação das imagens das imagens (Fig. 5).

#### Precisão e reprodutibilidade

Para ser definida a precisão de uma medida, são necessários parâmetros estabelecidos na literatura científica. O estudo comparando modelos de gesso com modelos digitais de MULLEN, et al. (3), em 2007, atestou que uma diferença de medição inferior a 0,20 mm é clinicamente aceitável, por ser praticamente idêntica à confiabilidade determinada por medições manuais. Para medidas transversais, como distâncias intercanina ou intermolares, diferenças de até 0,4mm foram consideradas com pouca relevância clínica (8).

FLEMING, MARINHO e JOHAL (8), em 2011, fizeram uma revisão sistemática avaliando a validade do uso de modelos digitais no que tange a medições de tamanhos dentários, comprimento do arco, índice de irregularidade, largura do arco e apinhamento versus medições geradas em modelos de gesso manualmente com calibradores digitais em pacientes com e sem maloclusão. Foram incluídos dezessete estudos relevantes. Quando relatadas, em geral, as diferenças médias absolutas entre medidas diretas e indiretas em gesso e modelos digitais foram menores e clinicamente insignificantes. As medidas ortodônticas com modelos digitais foram comparáveis às derivadas de modelos de gesso. Concluíram que o uso de modelos digitais como alternativa à medição convencional em modelos de gesso pode ser recomendado.

SOUSA et al.(4), em 2012, realizaram um estudo para avaliar a confiabilidade das medições feitas em modelos digitais obtidos do escâner 3Shape D250® e não encontraram diferença estatisticamente significativa entre as medições feitas diretamente nos modelos de gesso e modelos digitais. Eles concluíram que os modelos digitais podem ser usados com um grau satisfatório de precisão e reprodutibilidade.

CUPERUS et al. (16), em 2012, determinaram em seu estudo, a validade e a reprodutibilidade das medidas em modelos estereolitográficos e modelos dentais digitais tridimensionais feitos com um escâner intraoral através do escaneamento de dez crânios humanos secos. A partir dos escaneamentos, modelos estereolitográficos e modelos digitais foram adquiridos e dois observadores mediram distâncias transversais, larguras mesiodistais dos dentes e segmentos do arco nos crânios, nos modelos estereolitográficos e digitais. Para as medidas nos modelos estereolitográficos e digitais, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. No entanto, essas diferenças foram consideradas clinicamente insignificantes. Os modelos digitais

apresentaram poucas diferenças estatisticamente significativas e geralmente, os menores erros de medição em comparação com os modelos estereolitográficos.

Diversos trabalhos avaliaram a acurácia de modelos digitais por escâneres intraorais (10,16). Verificou-se que a acurácia do modelo digital ao se escanear um modelo foi maior do que pelo escaneamento intraoral, possivelmente em virtude da movimentação do voluntário, espaço intrabucal limitado e presença de saliva. Mesmo assim, o escaneamento intraoral apresentou acurácia e confiabilidade satisfatórias, podendo substituir os modelos de gesso.

GRAUER et al.(5), em 2015, determinaram a reprodutibilidade em estabelecer a oclusão dos modelos digitalizados de forma independente, em registrar os modelos digitais obtidos após o tratamento sobre seus "setups" digitais produzidos antes do tratamento. A confiabilidade de ambos os procedimentos foi avaliada com duas amostras aleatórias de cinco modelos de pacientes. Em ambos os experimentos, foram criados três posicionamentos replicados dos modelos por paciente e a variabilidade na posição foi avaliada pela diferença máxima de superfície entre as repetições e o desvio padrão das distâncias superficiais entre replicações. Com base nos dados obtidos, concluíram que é confiável registrar modelos escaneados independentemente dos modelos em oclusão. O registro da diferença entre as superfícies dos modelos digitais ortodônticos finais em relação aos "setups" digitais efetuados também foi reprodutível.

#### DISCUSSÃO

A introdução dos modelos digitais na odontologia e, em especial, na ortodontia proporcionou diversas vantagens ao profissional. Em um mundo globalizado, com a comunicação facilitada pelo avanço da internet, a utilização da documentação digital (Fig. 6) é extremamente desejada, em virtude, principalmente, da facilidade de armazenamento e transmissão de dados (7).

Os modelos de estudo para o diagnóstico e planejamento ortodôntico foram tradicionalmente realizados sob a forma de modelos de gesso físico, que estão sujeitos a perdas, fraturas e degradação. Com o avanço da tecnologia na odontologia, a digitalização dos modelos de gesso foi possível e o advento dos escâneres digitais intraorais coincidiu com o desenvolvimento de tecnologia de "design" e fabricação assistida por computador (CAD/CAM) e a introdução da restauração "chairside" estética de cerâmica (CEREC®) (11). O armazenamento digital dos modelos de estudo elimina problemas inerentes ao armazenamento físico de modelos, são necessários aproximadamente 17m<sup>3</sup> de espaço para o armazenamento de modelos tradicionais de mil pacientes. A substituição de modelos de ortodontia

em gesso com informação virtual tem outros benefícios potenciais, incluindo: acessibilidade instantânea de informações 3D sem necessidade de recuperação de modelos de gesso a partir de uma área de armazenamento, a capacidade de realizar configurações de diagnóstico e tratamentos precisos e simples de vários padrões de extração e imagens virtuais podem ser transferidas em qualquer lugar do mundo para encaminhamento ou consulta imediata (8). Obviamente, quaisquer vantagens potenciais da tecnologia de digitalização direta seriam negadas se sua precisão e eficiência não fossem comparáveis com a abordagem convencional de aquisição do modelo com impressões de alginato (12).

O modelo de gesso pode não representar as medições reais dos dentes, em virtude de possíveis alterações dimensionais nos materiais de moldagem e modelagem durante sua preparação e pela dificuldade em identificar e utilizar pontos de referência para os instrumentos de medição. No entanto, ainda é considerado como padrão de referência em diversos estudos (8).

O procedimento para escanear a dentição, o osso alveolar e o palato não é difícil. No entanto, clínicos inexperientes encontrarão mais dificuldades nos primeiros escaneamentos intraorais, consumindo mais tempo de cadeira. Portanto, o nível de familiaridade com o sistema de digitalização influenciará substancialmente o tempo necessário para completar os exames (12). Os examinadores também precisam de treinamento para usar "softwares" específicos de medição da dentição. Na literatura foi relatado que uma alta confiabilidade para medições em modelos digitais pode ser alcançada (10).

Os dados do escaneamento intraoral são mais precisos quando o campo a ser escaneado permanece seco durante todo o procedimento de digitalização, condição difícil durante a varredura dos dentes posteriores, especialmente em pacientes com abertura limitada de boca.

Pesquisas anteriores confirmaram que os modelos digitais (Figura 5) mostraram ser confiáveis (4,8-10,12,16) e "softwares" digitais são capazes de reproduzir fielmente as características dentárias com um alto grau de precisão sem comprometimento clínico. Grande parte do erro da técnica de medição provavelmente reside na identificação dos pontos ao invés de um erro do dispositivo de medição ou "software" (8). Portanto, com o aprimoramento das técnicas digitais diretas e reconhecimento de pontos digitais, a modelagem digital pode substituir modelos de gesso como "padrão-ouro". Estudos demonstraram excelente aceitação nas decisões de planejamento de tratamento com base em modelos digitais.

Para que essas novas tecnologias sejam adotadas pela maioria dos ortodontistas, sua utilidade clínica deve ser fundamentada. Por esse motivo, a avaliação da precisão, da eficiência, do tempo e da aceitação pelo paciente da tecnologia de

# Modelos ortodônticos digitais: uma realidade na prática clínica

## Digital dental casts: a reality in clinical practice

escaneamento intraoral é imprescindível.

As estratégias de marketing de uma melhor experiência para o paciente, a melhoria da satisfação e a preferência geral do paciente por exames intraorais sobre impressões tradicionais foram feitas por vários fabricantes de escâneres intraorais. No entanto, alguns trabalhos não suportam essas afirmações, uma vez que as moldagens foram preferidas pela maioria dos pacientes, principalmente porque eram "mais fáceis" ou "mais rápidas" (12). À medida que a tecnologia de digitalização evolui, o processo de digitalização será mais rápido e o "design" da ponta do escâner poderá ser menor, melhorando o conforto ao paciente e o controle de umidade.

A tecnologia tridimensional é uma realidade na prática clínica e acadêmica. Desde setembro de 2014, graças a um esforço colaborativo entre Elsevier e Kitware SAS® (Lyon, França), o "American Journal of Orthodontics" e "Dentofacial Orthopedics", revista mais importante na área da Ortodontia (Qualis A1), ofereceu aos leitores a capacidade emocionante de visualizar e interagir com os modelos digitais tridimensionais de publicações em uma variedade de dispositivos, incluindo celulares, "tablets", "laptops" e "desktops". A interatividade 3D em artigos "on-line" da Elsevier permite aos autores exibirem de forma ótima suas pesquisas e permite que os leitores compreendam de forma mais profunda e eficiente os resultados apresentados. Os leitores podem ver conjuntos de dados em todas as visualizações no espaço tridimensional, girando, aumentando ou diminuindo a imagem (13).

Assim, os sistemas para o diagnóstico assistido por computador devem integrar diferentes registros (fotografias, radiografias ou tomografias e modelos de estudo) para proporcionar um correto diagnóstico e formular o plano de tratamento digital adequado (13).

### CONCLUSÃO

Os modelos digitais estão ganhando crescente aceitação como alternativa aos modelos tradicionais de gesso em ortodontia. Podem ser adquiridos pelo método indireto através do escaneamento de modelos de gesso e moldagens, ou pelo método direto, onde o modelo digital é adquirido pelo escaneamento intraoral ou pela tomografia computadorizada do paciente.

As principais vantagens e aplicabilidades clínicas dos modelos digitais são: precisão na obtenção de dados para o diagnóstico, facilidade de armazenamento eliminando a necessidade de espaço físico, transferência de informações através dos meios de comunicação virtual entre profissionais, maior facilidade na realização de análises ortodônticas e confecção de "setups" virtuais, permitem planejamento e confecção de alinhadores estéticos por CAD/CAM e customização de bráquetes para o tratamento ortodôntico, permitem superposições e planejamento ortocirúrgico virtual com a confecção

de guias cirúrgicos.

Algumas desvantagens, quanto ao uso dos modelos digitais residem no maior custo de confecção, falta de familiarização com a análise de modelos ortodônticos digitais, impossibilidade de serem manuseados, impossibilidade de montagem em articulador bem como a necessidade de suporte técnico para o "software" e a possibilidade de perda de informações em caso de dano ao equipamento. No entanto, essas desvantagens são consideradas insignificantes em comparação aos benefícios que a tecnologia digital pode oferecer.

Os escâneres digitais intraorais estão se tornando parte integrante do consultório moderno, melhorando a eficiência da prática clínica. Conexões abertas e confiáveis com laboratórios de ortodontia, fusão de arquivos Dicom e .stl, aumento da interoperabilidade entre fabricantes e impressão 3D abriram possibilidades ilimitadas para esta tecnologia. Esta revisão confirmou que os modelos digitais obtidos através de escaneamentos dos modelos, moldagens ou escaneamentos intraorais oferecem uma alternativa válida aos modelos de gesso pois mostraram ser confiáveis e que "softwares" digitais são capazes de reproduzir fielmente as características dentárias com um alto grau de precisão sem comprometimento clínico. Os modelos obtidos pela TCFC possuem precisão de moderada a alta em virtude da presença de artefatos.

### ABSTRACT

The introduction of digital models in orthodontics is a reality and they have been gradually replacing the physical models because they allow cost savings with molding and modeling materials, avoid manual errors and repetitions of procedures, considerably reduce the time required for making plaster models, Eliminate the need for storage space and can be used in the manufacture of computer-based orthodontic appliances, such as the manufacture of thermoplastic aligners and bracket customization, as well as digital planning in orthognathic surgery. The objective of this article is to present, through a literature review, a new diagnostic tool represented by the digital models, discussing its advantages and disadvantages, its different acquisition methods, clinical applicability and its accuracy and reliability. This review confirmed that the digital models obtained through intraoral scanning, molding or scanning models offer a valid alternative to plaster models since they have proved to be reliable and that the "software" is able to faithfully reproduce dental characteristics with a high degree of precision without compromise clinical. The models obtained by conical beam computed tomography have moderate to high accuracy due to the presence of artifacts. Keywords: Dental models - Analog-Digital Conversion - Orthodontic.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Proffit W, Fields H, Sarver D. Contemporary Orthodontics. 4. ed. St Louis: Mosby-Elsevier. 2007. 414-417. 612 p.
2. Lemos LS, Rebello IMCR, Vogel CJ, Barbosa MC. Reliability of measurements made on scanned cast models using the 3Shape R700 escâner. Dentomaxillofac Radiol [Internet]. 2015;44(6):20140337.
3. Mullen SR, Martin CA, Ngan P, Gladwin M. Accuracy of space analysis with emodels and plaster models. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2007;132(3):346-52.
4. Sousa MVS, Vasconcelos EC, Janson G, Garib D, Pinzan A. Accuracy and reproducibility of 3-dimensional digital model measurements. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2012;142(2):269-73.
5. Grauer D, Cevidanes LH, Tyndall D, Styner MA, Flood PM, Proffit WR. Registration of orthodontic digital models. Craniofacial Growth Ser. 2015;48:377-91.
6. Plooij JM, Maal TJJ, Haers P, Borstlap WA, Kuijpers-Jagtman AM, Bergé SJ. Digital three-dimensional image fusion processes for planning and evaluating orthodontics and orthognathic surgery: a systematic review. Int J Oral Maxillofac Surg. 2011;40(4):341-52.
7. Camardella, LT, Vilella OV. Modelos digitais em ortodontia: novas perspectivas, métodos de confecção, precisão e confiabilidade. Rev Clin Orthod Dentofac Orthop. 2015;14(2):76-84.
8. Fleming PS, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. Orthod Craniofacial Res. 2011;14(1):1-16.
9. White AJ, Fallis DW, Vandewalle KS. Analysis of intra-arch and interarch measurements from digital models with 2 impression materials and a modeling process based on cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2010;137(4):456.e1-9; discussion 456-7.
10. Akyalcin S, Cozad BE, English JD, Colville CD, Laman S. Diagnostic accuracy of impression-free digital models. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2013;144(6):916-22.
11. Kravitz ND, Groth C, Jones PE, Graham JW, Redmond RW. Intraoral digital escâneres. J Clin Orthod. 2014;48(6):337-47.
12. Grünheid T, McCarthy SD, Larson BE. Clinical use of a direct chairside oral escâner: an assessment of accuracy, time, and patient acceptance. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2014;146(5):673-82.
13. Cevidanes LHS, Ruelias ACO, Jomier J, Nguyen T, Pieper S, Budin F, et al. Incorporating 3-dimensional models in online articles. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2015;147(5):S195-204.
14. Cevidanes LHS, Bailey LJ, Tucker GR, 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.
15. Jang I, Tanaka M, Koga Y, Iijima S, Yozgatian JH, Cha BK, et al. A novel method for the assessment of three-dimensional tooth movement during orthodontic treatment. Angle Orthod. 2009;79(3):447-53.
16. Cuperus AMR, Harms MC, Rangel FA, Bronkhorst EM, Schols JGJH, Breuning KH. Dental models made with an intraoral escâner: a validation study. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2012;142(3):308-13.