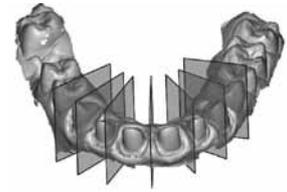
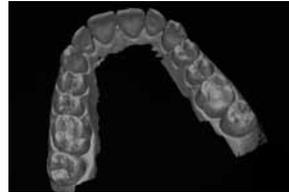
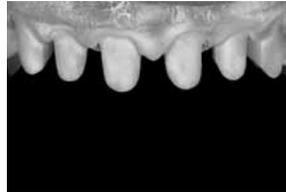
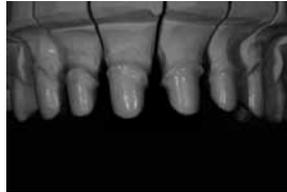


capítulo 1



Fluxo de Trabalho Totalmente Digital na Odontologia Restauradora

INTRODUÇÃO

A forma como os dentistas comunicam-se com os laboratórios para a realização de restaurações indiretas tem-se mantido praticamente inalterada. De maneira geral, o dentista faz a moldagem, envia o molde ao laboratório junto com dados e fotografias do caso, e espera cerca de uma semana para a restauração ou a estrutura – metálica ou cerâmica – ser entregue no consultório. Ajustes de adaptação podem ou não ser feitos, para então a restauração ser cimentada ou a estrutura voltar para o laboratório, para a aplicação da cerâmica de cobertura. Enquanto a comunicação entre o dentista e o laboratório permaneceu quase a mesma por muito tempo, houve uma evolução superlativa nos materiais restauradores e em seus processos de produção. A popularidade de cerâmicas como a zircônia aumentou consideravelmente junto aos processos CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*), que as produzem, ao passo que a produção de restaurações total ou parcialmente metálicas tem diminuído. Assim, devido à necessidade de aumentar a produtividade para atender às demandas do mercado, que exige restaurações cada vez mais sofisticadas, funcionais e estéticas, a comunicação entre dentistas e laboratórios tem sido continuamente melhorada mediante a digitalização do fluxo de trabalho. Atualmente, dois tipos de fluxo de trabalho destacam-se: os fluxos de trabalho parcialmente digitais; e os totalmente digitais.¹⁻³

Não muito tempo atrás, o uso da tecnologia CAD/CAM para a confecção de restaurações era realizado por duas vias independentes: pelo dentista, no consultório; ou pelo técnico, no laboratório. Somente um sistema capaz de realizar moldagens digitais era disponível para os dentistas, o CEREC 3D (Sirona Dental Systems, Charlotte, N.C.), pois a tecnologia CAD/CAM havia sido quase estritamente limitada ao uso em laboratório, onde os modelos de gesso obtidos a partir de moldagens convencionais eram digitalizados para que as restaurações pudessem ser desenhadas e usinadas. Essa cadeia de procedimentos pode ser considerada como o fluxo de trabalho parcialmente digital, pois a moldagem ainda continua sendo convencional.⁴⁻⁶ O avanço tecnológico e o advento de vários sistemas de moldagem digital permitem que, hoje, o fluxo de trabalho seja totalmente digital, da moldagem no consultório à confecção de restaurações monolíticas (não associadas a um coping) ou polilíticas (associadas a um coping) no laboratório.^{2,4-6}

Além de automatizar o processo de confecção de restaurações indiretas e de oferecer mais conforto ao paciente e ao dentista, a digitalização do molde é necessária. A realização de moldes com elastômeros (poliéter e polivinilsiloxano), denominadas de moldagens convencionais, é um procedimento de rotina na maioria dos consultórios em todo o mundo. Os fabricantes desenvolveram e refinaram tais materiais a um nível que se tornou quase impossível responsabilizar o material de moldagem por qualquer erro de adaptação da restauração. Esses materiais são precisos e estáveis.⁷⁻¹¹ No entanto, apesar de a confecção de moldes de qualidade ser possível, é fato que a maioria dos moldes convencionais é considerada de baixa qualidade,¹²⁻¹⁴ apresentando problemas como a baixa reprodutibilidade das margens dos preparos, o rasgamento de algumas áreas do molde, a presença de debris impregnados no material de moldagem, bolhas e indistinção das margens dos preparos com tecidos moles após o vazamento do gesso.¹²

Várias são as possíveis causas dos problemas supracitados dos moldes convencionais, entre elas a habilidade e o conhecimento do profissional na confecção das moldagens.¹² Além disso, existem fontes potenciais de erro inerentes a toda a cadeia de procedimentos das moldagens convencionais que não dependem da ação do profissional. Essas fontes de erro são a distorção potencial da moldagem, a falta de desinfecção do molde em solução antisséptica, a separação parcial ou total do molde da moldeira e o transporte dele até o laboratório em diferentes condições climáticas.¹³⁻¹⁵

A baixa qualidade dos moldes é um grande obstáculo para a produção de restaurações com alto nível de adaptação. A adaptação interna e a adaptação marginal são dois dos mais importantes fatores que influenciam a longevidade das restaurações indiretas.¹⁶ As adaptações interna e marginal são consideradas o grau de proximidade entre o preparo dental (superfície e o ângulo cavossuperficial) e a restauração (superfícies internas e marginais).¹⁷ Portanto, quanto maior a precisão do molde, melhores são as adaptações interna e marginal da restauração.^{18,19} Estimativas

relacionadas com o máximo valor de adaptação marginal clinicamente aceitável são variadas na literatura, porém há o consenso de que uma discrepância marginal de 100 µm a 120 µm é desejável no que tange à longevidade das restaurações.²⁰⁻²⁶ Uma adaptação marginal inadequada, maior que 120 µm, pode causar diminuição da longevidade da restauração, pois expõe o cimento ao ambiente oral, levando a uma taxa de dissolução mais agressiva dele pela ação dos fluidos orais e das forças químico-mecânicas.²⁵ Essas amplas discrepâncias marginais também contribuem para o acúmulo de placa bacteriana, componente *sine qua non* para o desenvolvimento de cáries secundárias e doenças periodontais.^{26,28,29} Ainda, demonstrou-se que uma camada de cimento excessivamente espessa pode causar estresses de tração residuais que podem iniciar trincas nas cerâmicas de cobertura.³⁰ Nesse sentido, como a produção de restaurações adequadamente adaptadas é dependente do grau de precisão do molde, a necessidade de otimização da qualidade dele é eminente.

No fluxo de trabalho totalmente digital, modelos virtuais 3D (tridimensionais) da arcada do paciente são capturados por meio de um aparelho escaneador. Esse conjunto de dados é enviado pela internet ao laboratório dental capacitado para trabalhar com essa tecnologia, onde o técnico pode avaliar o trabalho e, no modelo virtual, realizar a restauração no próprio laboratório ou enviar a uma unidade de produção centralizada. Caso um modelo físico seja necessário – por exemplo, para o técnico aplicar a cerâmica de cobertura em copings –, é possível encomendar modelos de resina confeccionados por usinagem redutiva ou também por prototipagem rápida aditiva, predominantemente estereolitografia (SLA).^{20,31} Neste capítulo, o fluxo de trabalho 100% digital é descrito, abordando-se as mudanças que ele traz, bem como o papel do técnico em prótese dentária nesse novo sistema de trabalho.

FLUXOS DOS TRABALHOS CONVENCIONAL E DIGITAL

Para se entender o conceito de fluxo de trabalho digital para a fabricação de próteses fixas é preciso que se lance um olhar ao fluxo de trabalho convencional. Por décadas os dentistas têm confiado em suas próprias habilidades e nas habilidades dos técnicos para fornecer ao paciente uma gama de restaurações indiretas. As técnicas mais utilizadas para se obterem moldes com elastômeros e criar modelos de gesso a partir deles estão em uso desde 1937, ao passo que uma das técnicas de confecção das restaurações indiretas como a da cera perdida é utilizada para variados fins desde o século XII.^{2,32} Mesmo sendo antigas, as técnicas tradicionais são capazes de produzir restaurações de qualidade. O fluxo de trabalho convencional compreende:

1. a obtenção de moldes das arcadas com materiais como elastômeros com o auxílio de moldeiras totais, parciais ou do tipo *triple-tray*, procedimento que leva aproximadamente 10 minutos por arcada (Fig. 1-2);
2. a obtenção de registros de oclusão;
3. o preenchimento do formulário do laboratório com as informações sobre o caso clínico, bem como o envio de fotografias intraorais para seleção cromática da restauração final;
4. o envio dos moldes e do formulário ao laboratório por serviço de *courier* ou por correio, processo que pode levar dias;
5. o vazamento dos modelos de gesso;
6. a troquelização dos modelos de gesso (Fig. 3);
7. o *design* e a confecção das restaurações monolíticas ou estruturas/copings para restaurações poliilíticas pelo laboratório;
8. o envio das restaurações ao consultório por serviço de *courier* ou por correio;
9. testes de adaptação, oclusão e avaliação estética de restaurações monolíticas e provável cimentação;
10. uma consulta para teste de adaptação das estruturas/copings;
11. uma consulta para avaliação estética e funcional das restaurações poliilíticas e provável cimentação.



Figura 1. Vista vestibular de preparos para coroa envolvendo os dentes anterossuperiores (os casos clínicos ilustrados foram realizados pelo Prof. Jan-Frederik Güth).

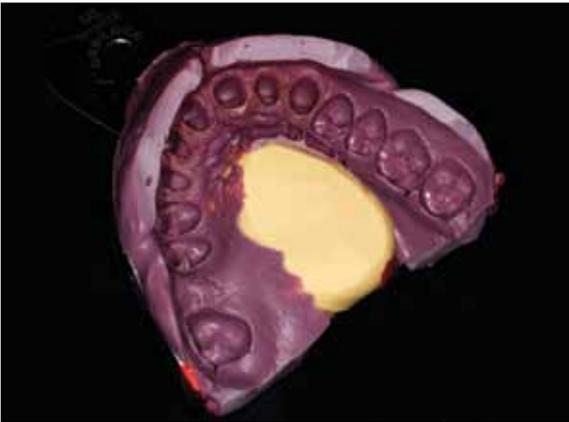


Figura 2. Molde dos preparos dos dentes anterossuperiores, obtido por meio de moldagem convencional com elastômero.



Figura 3. Modelo de gesso troquelizado para a confecção dos copings das coroas anterossuperiores.

Dentro da cadeia de procedimentos do fluxo de trabalho convencional há fontes potenciais de erro, que são menos influentes ou nulas no fluxo digital. A transição de técnicas de produção “analógicas” para técnicas digitais, fato que abrange inúmeras áreas do conhecimento, é evidente. Os sistemas digitais de moldagem bem como as tecnologias CAD/CAM para produção de restaurações indiretas foram introduzidos há aproximadamente 25 anos e têm evoluído tanto que há previsões de que em 4 anos a maioria dos dentistas nos EUA e na Europa usará escâneres para moldagens e, assim, passará a utilizar o fluxo de trabalho digital.³³

O avanço tecnológico e o advento de vários sistemas de moldagem digital permitem que hoje o fluxo de trabalho seja totalmente digital, da moldagem no consultório à confecção de restaurações monolíticas ou polilíticas no laboratório.² O fluxo de trabalho totalmente digital compreende:

1. a obtenção de moldes digitais com uma ponta escaneadora, procedimento que leva aproximadamente 2 minutos por arcada;
2. o preenchimento do formulário com os dados do caso clínico na tela do próprio escâner e seu envio ao laboratório instantaneamente, por um portal eletrônico;
3. a obtenção de registros de oclusão, feitos com o próprio sistema de moldagem digital e enviados junto com os moldes digitais ao laboratório pelo portal eletrônico, o que leva aproximadamente 10 segundos;
4. o *design* das restaurações monolíticas ou estruturas/copings, para restaurações polilíticas, realizado sobre modelos virtuais pelo técnico utilizando programas de *design* do sistema CAD;

5. a usinagem das estruturas/copings em um centro de usinagem ou em uma unidade de usinagem do próprio laboratório (especialmente para restaurações monolíticas);
6. opcionalmente, a obtenção de modelos de resina produzidos a partir do molde digital por meio de prototipagem aditiva (SLA) ou por usinagem redutiva, por exemplo, para aplicação da cerâmica de cobertura em restaurações polilíticas – esses modelos são entregues ao laboratório paralelamente ao envio das estruturas;
7. o envio das restaurações ao consultório por serviço de *courier* ou por correio;
8. testes de adaptação, oclusão e avaliação estética de restaurações monolíticas e provável cimentação;
9. uma consulta para teste de adaptação das estruturas/copings; e
10. uma consulta para avaliação estética e funcional das restaurações polilíticas e provável cimentação.

Embora alguns passos do fluxo de trabalho sejam diferentes entre os sistemas convencional e totalmente digital, ambos os processos iniciam-se com o molde da “situação clínica” no consultório. Já a fase final, ou seja, a confecção das restaurações, pode ser realizada no consultório, no laboratório ou em uma unidade de usinagem centralizada. As etapas de moldagem convencional, vazamento do gesso e troquelização são inexistentes no fluxo de trabalho totalmente digital, eliminando essas fontes potenciais de erro e automatizando a produção. Entre os sistemas atualmente disponíveis para o fluxo de trabalho totalmente digital destacam-se os sistemas E4D Dentist™ (D4D Technologies, Richardson, EUA), CEREC AC™ (Sirona Dental Systems, Charlotte, EUA), iTero™ Cadent (Carlstadt, EUA), Cara™ Trios (Heraeus Kulzer, Hanau, Alemanha) e Lava™ C.O.S. (3M ESPE, St. Paul, EUA).^{1,2}

Os sistemas E4D Dentist™ e CEREC AC™ oferecem a possibilidade de realizar as etapas de moldagem, *design* e usinagem das restaurações a partir de um bloco cerâmico ou de resina composta no próprio consultório. Há nesses sistemas algumas limitações, principalmente para a realização de tratamentos restauradores extensos ou que envolvem dentes anteriores, pois geralmente as unidades de usinagem no consultório são menos precisas e eficientes do que as unidades centralizadas de usinagem, as quais trabalham com até cinco eixos de usinagem, oferecendo mais precisão e eficiência ao processo. No entanto, esses sistemas são bem indicados para a confecção de restaurações posteriores unitárias, como coroas, *inlays* e *onlays*, ao passo que não são interessantes para a confecção de restaurações anteriores devido à limitada capacidade de produção estética ainda inerente a esses sistemas. Ambos estão avançados no processo de ampliação para incorporação de softwares e portais eletrônicos, para possibilitar o envio dos moldes digitais ao laboratório e a unidades de usinagem, para, então, oferecer mais possibilidades restauradoras.²

Os sistemas iTero™ Cadent (Carlstadt, EUA), Cara™ Trios (Heraeus Kulzer, Hanau, Alemanha) e Lava™ C.O.S. (3M ESPE, St. Paul, EUA) possuem seus próprios fluxos de trabalho e portais eletrônicos. Assim, esses sistemas são capazes de realizar as etapas de moldagem e transmitir os dados para o laboratório e para as unidades centralizadas de usinagem, o que provê ao dentista a possibilidade de oferecer ao paciente restaurações unitárias, próteses parciais fixas e *abutments* de implantes, de acordo com os fabricantes. Devido ao fato de ainda constar na literatura um número modesto de pesquisas com tais sistemas de trabalho digital, comparações entre os sistemas que usam fluxo de trabalho totalmente digital não são viáveis no momento.² No entanto, em relação à facilidade de execução da moldagem digital, os sistemas iTero™, E4D™ e Cara™ Trios possuem a vantagem de não necessitar a aplicação de pó de dióxido de titânio nas superfícies dentais previamente à realização das moldagens.

MOLDAGENS DIGITAL E CONVENCIONAL

Como a digitalização do procedimento de moldagem é uma tendência que tem aumentado rapidamente, alguns otimistas inferem que as moldagens digitais podem resolver os problemas e os desafios presentes na realização de moldagens convencionais. No entanto, há diversas razões responsáveis pelas desadaptações das restaurações

indiretas que independem das propriedades do material de moldagem. De fato, as moldagens digitais apresentam algumas melhoras, porém alguns cuidados, similarmente inerentes à moldagem convencional, devem ser tomados.

De acordo com Christensen,¹⁴ o motivo da baixa qualidade dos moldes convencionais mais frequentemente observado pelos laboratórios é a falta de visibilidade das margens subgingivais dos preparos. Esse problema está estreitamente associado ao manejo inadequado dos tecidos moles no momento da moldagem, ou seja, há ainda dificuldade dos dentistas em realizar afastamento gengival adequado, especialmente em casos que envolvem moldagem de múltiplos dentes. Portanto, é evidente que o emprego de um sistema digital de moldagem não irá resolver esse problema, pois, assim como para as moldagens convencionais, um afastamento gengival de boa qualidade é necessário para que a ponta escaneadora possa “ler” apropriadamente as margens dos preparos. O fato de não haver a necessidade do uso de moldeiras na moldagem digital elimina problemas como a separação do material de moldagem da moldeira e a distorção do material de moldagem devido à aplicação de força inadvertida na moldeira e no material de moldagem durante o transporte ao laboratório.¹⁴

Problemas nas restaurações feitas por meio de moldagem convencional associados ao vazamento do gesso para a obtenção dos modelos de trabalho são eliminados com a moldagem digital. Esses problemas são causados pelo vazamento inadequado do gesso, que pode produzir bolhas e tensões na superfície do material de moldagem, o que, por sua vez, pode gerar distorções durante o vazamento. Além disso, o gesso pode estar muito grosso ou muito fino, e os modelos ou troquéis podem perder-se. As situações citadas podem gerar a necessidade de vazarem novamente os modelos de gesso.¹²⁻¹⁴ Por outro lado, o uso de moldes digitais permite o armazenamento dos dados no disco rígido assim que são recebidos pelo laboratório. Dessa forma, quaisquer problemas relacionados com o armazenamento de modelos de gesso são inexistentes na abordagem digital. Isso melhora o trabalho do técnico em prótese dentária, pois os dados não necessitam de espaço físico para armazenagem e potencialmente facilitam a obtenção de maior qualidade nas restaurações, porque os dados no computador são estáticos e podem ser acessados em qualquer momento. Adicionalmente, a visualização dos modelos 3D em diferentes aumentos e ângulos é possível na tela do computador, o que confere maior controle de qualidade dos moldes. Caso haja problemas na “leitura” das margens do preparo, o dentista pode imediatamente corrigi-los ao reescanear as áreas defeituosas. Um segundo controle de qualidade ainda pode ser feito pelo técnico no laboratório ao receber o conjunto de dados de cada caso clínico.^{1,3,4,20,31}

FLUXO DE TRABALHO COM O SISTEMA LAVA C.O.S.

O sistema Lava™ *Chairside Oral Scanner* (Lava C.O.S.) foi recentemente introduzido no mercado. Esse escâner intraoral, que permite a realização de moldagens digitais, consiste em um sistema de *cart* móvel contendo uma unidade central de processamento (CPU), um monitor do tipo *touch screen*, uma ponta escaneadora de 33 cm de comprimento com uma ponta ativa de 14 mm de largura, na qual se encontra uma câmera baseada em uma tecnologia de captação de imagens 3D em movimento denominada de *Active Wavefront Sampling* (Fig. 4-5).^{20,31} Essa tecnologia permite gravar vídeos contínuos 3D para criar um modelo virtual do quadrante ou do arco em tempo real na tela do monitor. A câmera em ação captura 20 conjuntos de dados 3D por segundo ou cerca de 2.400 conjuntos de dados 3D por arco para a criação dos modelos virtuais. O sistema utiliza algoritmos processadores de imagens de alta velocidade e um software de modelagem em tempo real para realizar a moldagem digital.^{20,31}

O dentista pode realizar a moldagem com uma digitalização única ou pode obter o molde pela sobreposição de digitalizações segmentadas. Para tal, a câmera deve ser posicionada a aproximadamente 15 mm de distância das superfícies dentais e dos tecidos moles, para então ativar a moldagem digital. Movimentos da câmera fora da área de foco para a captura de vídeo 3D até que a câmera seja trazida de volta para a área de foco são descartados sem que se percam os dados até então capturados. Apesar de esse sistema ser muito recente e da necessidade de mais es-



Figura 4. Sistema Lava™ C.O.S. (3M ESPE, St. Paul, EUA).



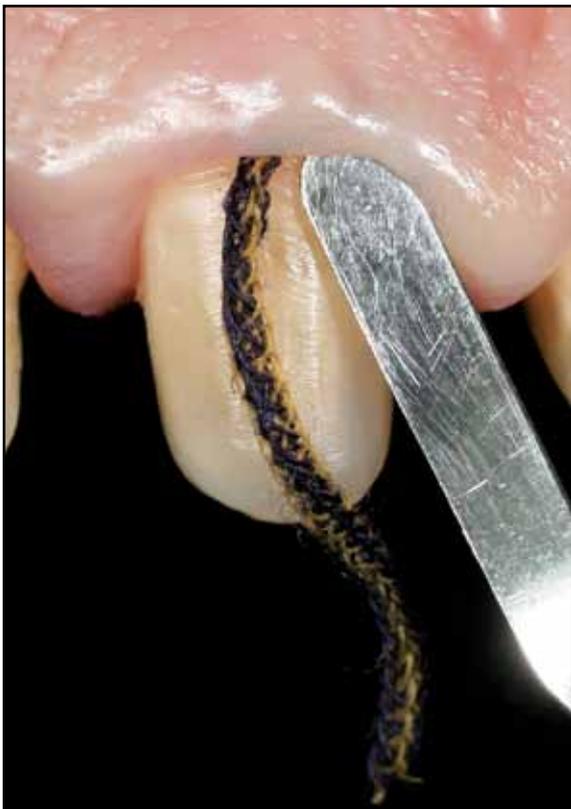
Figura 5. Ponta escaneadora do sistema Lava™ C.O.S.

tudos laboratoriais e clínicos sobre a precisão e longevidade de restaurações produzidas pelo sistema Lava™ C.O.S., a literatura mostra que esse sistema, quando utilizado na fabricação de coroas unitárias de zircônia, tem mostrado melhores resultados clínicos de adaptação marginal e melhores contatos interproximais delas quando comparadas com coroas feitas por meio de moldagem convencional.²⁰ Para entender melhor alguns dos pontos-chave da transição para o fluxo de trabalho totalmente digital, alguns casos clínicos envolvendo múltiplas restaurações anteriores e restaurações unitárias são apresentados.^{1,20,31}

Sequência clínica utilizada para fluxo de trabalho 100% digital com Lava C.O.S.

Após o preparo dos dentes, o afastamento gengival deve ser realizado. Um exemplo é a técnica de fio duplo, assim descrita: primeiramente um fio para compressão do sulco gengival (nº 00, Ultrapak, Ultradent, South Jordan, UT) é inserido no fundo do sulco gengival (Fig. 6). Em seguida, um fio para afastamento de calibre maior (nº 0, Ultrapak, Ultradent, South Jordan, UT) é inserido na entrada do sulco gengival (Fig. 7). Ambos os fios são deixados no sulco gengival por 4 minutos, enquanto se expandem por absorção de água (Fig. 8). Nessa técnica, o primeiro fio deve permanecer em posição durante a moldagem, seja convencional ou digital, para assim efetuar o selamento no sulco gengival e limitar o fluxo de fluido crevicular, ao passo que o segundo fio deve ser removido após os 4 minutos de afastamento. Depois de o afastamento gengival ter sido concluído, sobre os preparos, dentes vizinhos, antagonistas e tecidos moles circundantes a eles deve ser aplicado pó de dióxido de titânio para a criação de pontos de contrastes de referência, para permitir a “leitura” da ponta escaneadora e, por conseguinte, a criação dos modelos tridimensionais necessários (Fig. 9-10).

Para a realização da moldagem digital, nenhuma ordem particular é obrigatória para se obterem modelos virtuais da maxila e da mandíbula. A assistente pode, antes de o dentista iniciar o preparo dos dentes, realizar o escaneamento do arco antagonista, assim como se pode ganhar tempo realizando a moldagem do arco antagonista enquanto a anestesia potencializa, ou ainda após a realização do preparo. É recomendável digitalizar primeiramente o dente ou dentes preparados antes de obter o restante dos modelos virtuais, para se obter um *feedback* imediato da qualidade do preparo, principalmente das margens. Isso oferece a oportunidade de corrigir defeitos antes de transmitir os dados para o laboratório, pois é mais fácil corrigir falhas no escaneamento inicial do que repetir a moldagem do modelo inteiro. Durante a moldagem com a ponta escaneadora do sistema Lava™ C.O.S., as áreas suficientemente digitalizadas



Figuras 6 e 7. Afastamento gengival por meio da técnica de fio duplo. A Figura 6 mostra a inserção do primeiro fio, e a Figura 7 mostra a inserção do segundo fio retrator.



Figura 8. Note o segundo fio em posição durante o afastamento gengival para a moldagem de um preparo para coroa em um primeiro molar inferior.



Figura 9. Vista oclusal do preparo coberto pelo pó de dióxido de titânio necessário para a moldagem digital com o sistema Lava™ C.O.S. Note que o segundo fio retrator deve ser removido antes da aplicação do pó de dióxido de titânio.

aparecem em branco no monitor, ao passo que áreas parcialmente digitalizadas aparecem em rosa, e áreas em preto significam que nenhum dado foi registrado de tal local. Isso permite o controle da moldagem concomitantemente a sua realização¹ (Fig. 11-13).

O conjunto de dados necessários para envio ao laboratório compreende a moldagem dos preparos e do arco antagonista e a moldagem do registro de oclusão. Este último é realizado com o paciente ocluindo em máxima intercuspidação habitual (MIH). A bochecha precisa ser afastada para que se faça o escaneamento do registro de oclusão, que consiste da moldagem digital das superfícies vestibulares da mandíbula e da maxila, e dos tecidos moles adjacentes. Para se completar o registro de oclusão, três escaneamentos distintos das faces vestibulares em MIH são necessários: posterior esquerdo, posterior direito e anterior. A moldagem para registro de oclusão relaciona os arcos antagonistas, alinhando-os com o escaneamento inicial vestibular (Fig. 13-18). Para isso nenhum material para



Figura 10. Vista vestibular dos preparos cobertos pelo pó de dióxido de titânio necessário para a moldagem digital com o sistema Lava™ C.O.S.



Figura 11. Moldagem de seis coroas anteriores com a ponta escaneadora do sistema Lava™ C.O.S.



Figura 12. Moldagem com a ponta escaneadora do sistema Lava™ C.O.S de um preparo para coroa em um molar inferior.

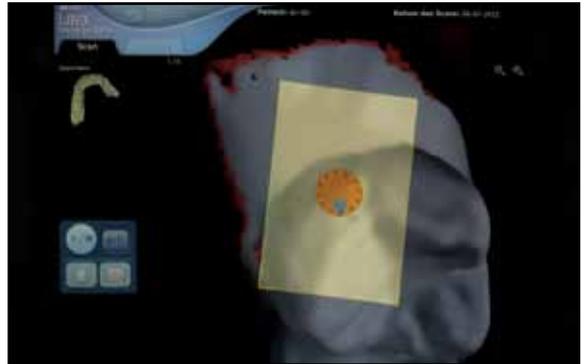


Figura 13. *Screenshot* durante a moldagem da face oclusal do segundo molar inferior adjacente ao dente preparado. A área retangular de leitura guia o dentista para a obtenção de um molde sem falhas.

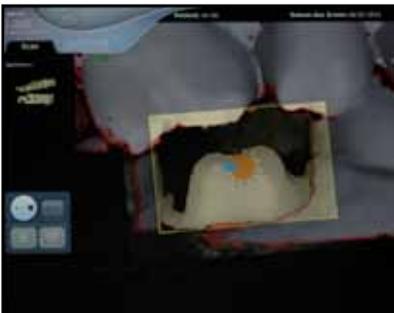


Figura 14. *Screenshot* durante a moldagem da face vestibular do dente preparado com o paciente em MIH para obter registros de oclusão.



Figuras 15 e 16. *Screenshots* dos moldes das arcadas inferior e superior, contendo o primeiro molar inferior direito preparado para coroa Lava™ D.V.S.



registro de oclusão é necessário. O máximo de tempo permitido para escanear um arco mandibular ou maxilar com o sistema Lava™ C.O.S. é de 7 minutos. No entanto, como o arco ou quadrante é escaneado por segmentos, há tempo suficiente para a realização da moldagem digital.^{1,20,31}

Após a obtenção dos modelos digitais, os dentes preparados são identificados no sistema pela numeração antes de serem enviados eletronicamente ao laboratório (Fig. 19). Em seguida, o dentista preenche um formulário *on-line* com os dados do caso clínico e os dados do laboratório selecionado para envio. Assim que os dados são submetidos, o laboratório é notificado pelo programa Lava™ Case Manager que um novo caso está pronto para *download*. O técnico, então, abre o arquivo com o programa Lava™ Margin Marking. O primeiro passo é selecionar um articulador para arco inteiro ou para quadrante, dependendo da extensão do caso clínico (Fig. 20). O segundo passo é selecionar as áreas para seccionar os modelos digitais para troquelização virtual e obtenção do modelo estereolitográfico, para

posterior aplicação da cerâmica de cobertura (Fig. 21-22). Finalmente, o técnico marca as margens dos preparos por meio de várias vistas e ângulos dos preparos disponibilizados pelo programa. Essas imagens compreendem uma vista oclusal e uma vista no plano sagital do preparo. Há também uma série de imagens magnificadas selecionadas do modelo digital obtido que podem ser vistas assim que o término é identificado em 360° no modelo (Fig. 23-24). Adicionalmente, há uma opção interessante de visualização 3D das margens do preparo, também disponível para o dentista no momento da moldagem digital.^{1,20,31}

Assim que o técnico termina o processo de marcar as margens do preparo, os dados são enviados eletronicamente à 3M ESPE para a fabricação dos modelos de trabalho por estereolitografia (SLA), que consiste em uma tecnologia de prototipagem rápida que usa um processo de micropolimerização a laser que cria modelos a partir de resinas poliméricas volumetricamente estáveis (Fig. 25-26).^{1,20,31} Uma das vantagens do fluxo de trabalho digital é que, enquanto os modelos SLA estão sendo fabricados, o laboratório pode realizar o design das restaurações por meio do programa CAD Lava™ Design, e para tal há duas opções atualmente disponíveis. O sistema de coroas totalmente cerâmicas Lava™, introduzido em 2000,^{1,20} consiste de um coping de zircônia fabricado por CAD/CAM em que uma cerâmica de cobertura é aplicada pelo técnico. Um sistema recentemente lançado, o Lava™ DVS, permite a aplicação digital da cerâmica de cobertura. Trata-se de uma subestrutura de zircônia desenhada e usinada por tecnologia CAD/CAM (Fig. 27) junto a uma cerâmica de cobertura correspondente também desenhada e usinada por tecnologia CAD/CAM, a qual é subsequentemente fusionada à subestrutura de zircônia. O programa CAD Lava™ Design automaticamente efetua a redução no design total da coroa para acomodar a cerâmica de cobertura, assim como calcula a



Figura 17. Screenshot do molde da face vestibular do primeiro molar inferior direito preparado para coroa Lava™ D.V.S. em MIH.



Figura 18. Screenshot do molde total de ambas as arcadas em oclusão.



Figura 19. Identificação do dente preparado.

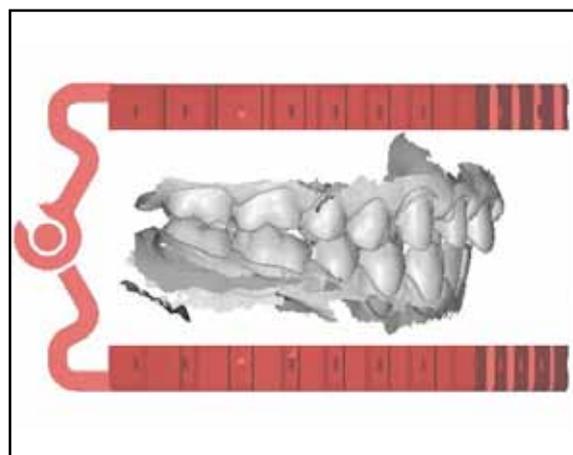
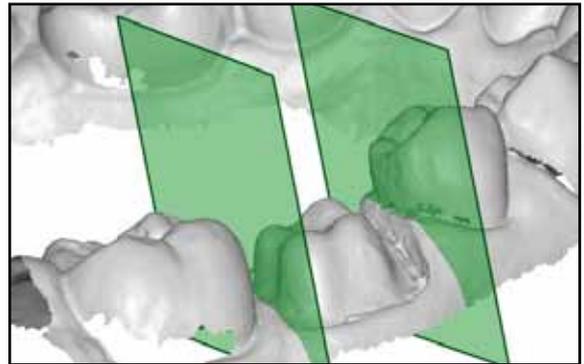
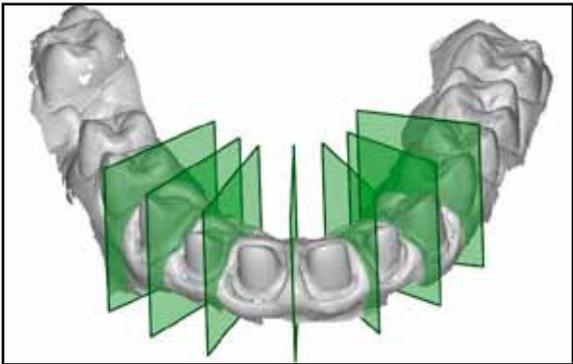
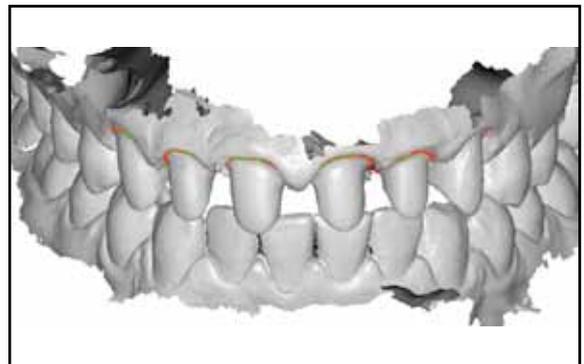
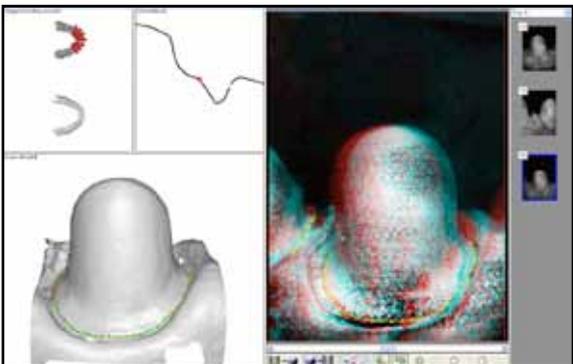


Figura 20. Caso clínico envolvendo seis coroas anteriores. Seleção do tipo de articulador para arco inteiro.

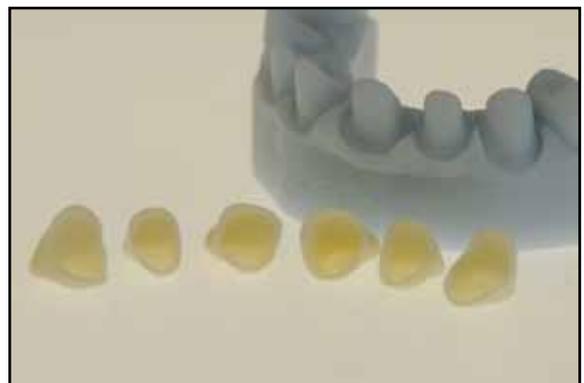
espessura adequada para o coping. O programa ainda permite a customização dos contatos oclusais e contornos dentais, bem como a individualização cromática da coroa, dependendo do que o caso clínico necessita (Fig. 28-33). O coping é usinado a partir de um bloco de zircônia pré-sinterizado Lava™ Zirconia, que pode apresentar diferentes cores, de acordo com o matiz desejado, e a cerâmica de cobertura digital Lava™ DVS é usinada a partir de blocos de cerâmica vítrea, que estão atualmente disponíveis em quatro matizes. Em seguida, a cerâmica de cobertura digital e o coping são usinados em um centro de usinagem 3M ESPE e enviados ao laboratório. O técnico em prótese dentária realiza a união do coping e da cerâmica de cobertura por meio da aplicação de uma cerâmica de fusão entre os dois substratos. Após a fusão do coping e da cerâmica de cobertura digital, o técnico pode realizar pequenos ajustes para remover excessos de cerâmica de fusão e realizar acabamento e polimento. Em seguida, para ambas as abordagens (Lava™ ou Lava™ DVS), a restauração junto aos modelos SLA é enviada ao consultório para a sessão de cimentação da restauração.^{1,20,31}



Figuras 21 e 22. Casos clínicos envolvendo seis coroas anteriores e coroa de um primeiro molar inferior. Secção virtual feita pelo laboratório para troquelização digital.



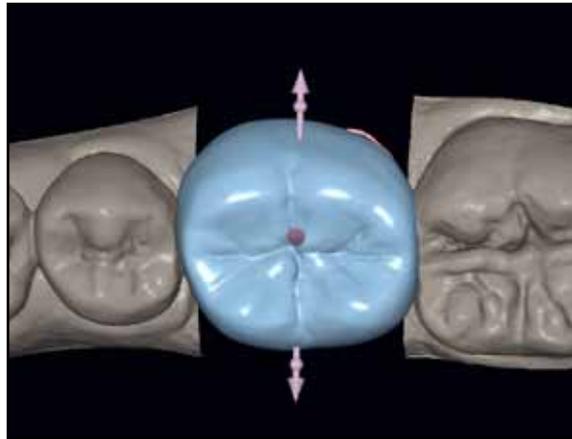
Figuras 23 e 24. Caso clínico envolvendo seis coroas anteriores. Marcação das margens dos preparos feita pelo técnico no laboratório. Note que a Figura 23 possui uma imagem à direita em 3D para facilitar a definição das margens pelo técnico, que deve usar óculos especiais nesse momento.



Figuras 25 e 26. Caso clínico envolvendo seis coroas anteriores. Modelo SLA produzido para o caso clínico junto aos copings de zircônia.



Figura 27. Caso clínico envolvendo uma coroa Lava™ D.V.S. em um primeiro molar inferior direito. Coping virtual realizado pelo laboratório utilizando o programa Lava™ Design.



Figuras 28 e 29. Caso clínico envolvendo uma coroa Lava™ D.V.S. em um primeiro molar inferior. Desenho da coroa virtual realizado pelo laboratório utilizando o programa Lava™ Design. As dimensões oclusocervical e méso-distal podem ser ajustadas pelo técnico nessa fase.

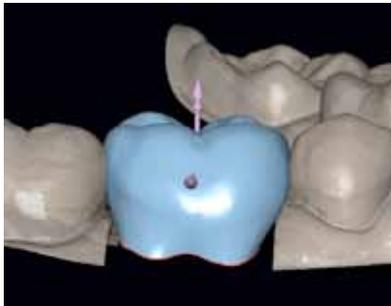
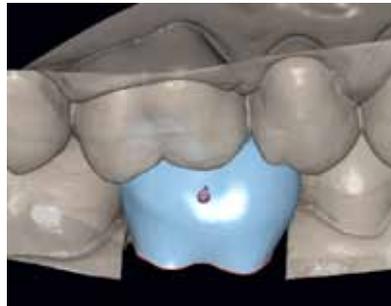


Figura 29.



Figuras 30 e 31. Caso clínico envolvendo uma coroa Lava™ D.V.S. em um primeiro molar inferior. Coroa virtual no momento de ajuste oclusal virtual realizado pelo laboratório utilizando o programa Lava™ Design. A Figura 31 mostra a coroa virtual proposta.

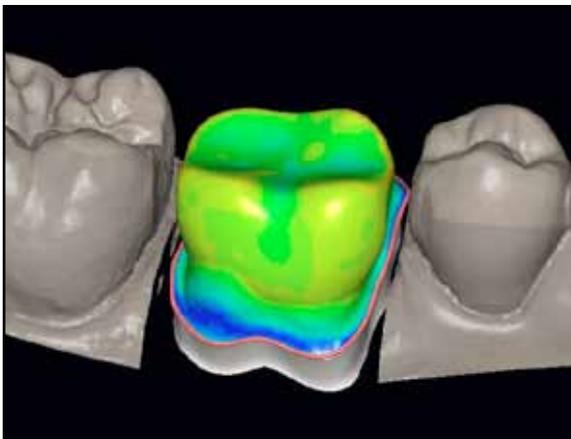
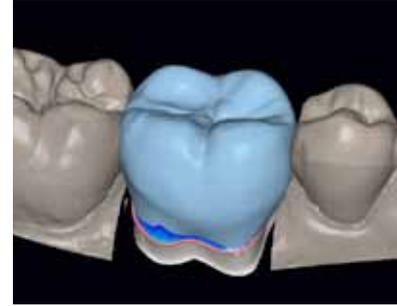


Figura 32. Caso clínico envolvendo uma coroa Lava™ D.V.S. em um primeiro molar inferior. Redução anatômica do design total da coroa para acomodar a cerâmica de cobertura digital.



Figura 33. Caso clínico envolvendo uma coroa Lava™ D.V.S. em um primeiro molar inferior. Cerâmica de cobertura digital proposta pelo programa com espessura ajustada à redução anatômica previamente realizada.

ALGUMAS PERSPECTIVAS DO LABORATÓRIO SOBRE O FLUXO DE TRABALHO COM LAVA C.O.S.

De maneira geral, a análise dos laboratórios em relação à transição para o fluxo de trabalho totalmente digital com Lava™ C.O.S. é positiva, embora haja algumas mudanças pontuais que ainda poderiam ser implementadas. Bob

Cohen (TPD), técnico com mais de 20 anos de experiência, cofundador do laboratório Advanced Dental Technologies, em Stoneham, Massachusetts, nos EUA, afirma em um artigo publicado na revista *Dental Economics*³⁴ que seu laboratório, que é também um centro autorizado de usinagem Lava™, produz 50 a 60 restaurações por dia e que a implementação do fluxo de trabalho totalmente digital permitiu confeccionar diferentes peças simultaneamente, reduzindo o ciclo de entrega da restauração para 1 semana, ou seja, a metade do tempo que levaria no fluxo de trabalho convencional, pois, quando o dentista faz a moldagem digital, o conjunto de dados leva cerca de 1 hora para ser enviado ao laboratório, sendo possível realizar o design e usinar o coping no mesmo dia da moldagem. Adicionalmente, a qualidade das moldagens melhorou, porque problemas como bolhas e rasgamentos do material de moldagem e separação total ou parcial da moldeira não se aplicam ao molde digital. Outro aspecto levantado é que os técnicos de seu laboratório têm-se adaptado bem às mudanças inerentes ao fluxo de trabalho totalmente digital.

Maier Björn, experiente técnico em prótese dentária da Universidade Ludwig-Maximilians, em Munique, na Alemanha, embora concorde com as observações supracitadas, possui um olhar mais crítico sobre a cadeia de procedimentos do fluxo de trabalho com Lava™ C.O.S. De acordo com suas observações, os modelos SLA parecem não ser tão precisos quanto os copings, o que, às vezes, tem gerado uma má adaptação dos copings nos modelos SLA, mas não nos preparos quando provados na boca do paciente. Isso tem prejudicado o trabalho de aplicação da cerâmica de cobertura. Há ainda limitações para a realização do design de múltiplas restaurações ao utilizar o programa CAD Lava™ Design, pois este não permite o design em conjunto das peças, dificultando, assim, a adaptação delas em relação a contatos interproximais. Para contornar essa limitação, os modelos virtuais gerados pelo Lava™ C.O.S. têm sido exportados para o programa CAD 3Shape A/S (Copenhague, Dinamarca), o qual permite o design em conjunto dos copings em casos de restaurações múltiplas. Nesse sentido, embora haja vários sistemas CAD/CAM disponíveis, a maioria deles não permite a exportação e importação de dados para outros sistemas. No entanto, a tendência é que os sistemas atuais possibilitem maior flexibilidade de trabalho ao permitir que os dados gerados com a moldagem digital possam ser exportados para qualquer programa CAD, bem como para o laboratório e centro de usinagem de preferência.

CONCLUSÕES

Os sistemas CAD/CAM que permitem fluxo de trabalho totalmente digital estão em contínuo desenvolvimento para melhorar a eficiência do fluxo de trabalho. O sistema Lava C.O.S. apresenta aspectos e alguns resultados científicos promissores, que indicam que pode ser utilizado atualmente. Também há grande aceitação de dentistas, pacientes e técnicos em prótese dentária, embora algumas mudanças ainda sejam necessárias para otimizar a qualidade da cadeia de procedimentos do fluxo de trabalho totalmente digital.

REFERÊNCIAS

1. Fasbinder DJ. Digital dentistry: innovation for restorative treatment. *Compend Contin Educ Dent*. 2010;31 Spec No 4:2-11; quiz 12.
2. Touchstone A, Nieting T, Ulmer N. Digital transition: the collaboration between dentists and laboratory technicians on CAD/CAM restorations. *J Am Dent Assoc*. 2010;141(6 suppl):15S-9S.
3. 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.
4. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J*. 2008;204(9):505-11.
5. Christensen GJ. Will digital impressions eliminate the current problems with conventional impressions? *J Am Dent Assoc*. 2008;139(6):761-3.

6. Cancy JM, Scandrett FR, Ettinger RL. Long-term dimensional stability of three current elastomers. *J Oral Rehabil.* 1983;10(4):325-33.
7. Endo T, Finger WJ. Dimensional accuracy of a new polyether impression material. *Quintessence Int.* 2006;37(1):47-51.
8. Shetty P, Rodrigues S. Accuracy of elastomeric impression materials on repeated pours. *J Indian Prosthodont Soc.* 2006;6(2):68-71.
9. Hondrum SO. Changes in properties of non-aqueous elastomeric impression materials after storage of components. *J Prosthet Dent.* 2001;85(1):73-81.
10. Thongthammachat S, Moore BK, Barco MT 2nd, Hovijitra S, Brown DT, Andres CJ. Dimensional accuracy of dental casts: influence of tray material, impression material, and time. *J Prosthodont.* 2002;11(2):98-108.
11. State of the Industry 2000. *Lab Management Today.* 2000;9-15.
12. Christensen GJ. The state of fixed prosthodontic impressions: room for improvement. *J Am Dent Assoc.* 2005;136:343-6.
13. Christensen GJ. Laboratories want better impressions. *J Am Dent Assoc.* 2007;138(4):527-9.
14. Christensen GJ. The challenge to conventional impressions. *J Am Dent Assoc.* 2008;139(3):347-9.
15. Al-Bakri IA, Hussey D, Al-Omari WM. The dimensional accuracy of four impression techniques with the use of addition silicone impression materials. *J Clin Dent.* 2007;18(2):29-33.
16. Beuer F, Naumann M, Gernet W. Precision of fit: zirconia three-unit fixed dental prostheses. *Clin Oral Invest.* 2009;13:343-9.
17. Jablonski S. *Illustrated Dictionary of Dentistry*; 1982; *J Dent.* 1993;21:265-73.
18. Reich S, Wichmann M, Nkenke E, Proeschel P. Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems. *Eur J Oral Sci.* 2005;113:174-9.
19. Reich S, Kappe K, Teschner H, Schmitt J. Clinical fit of four-unit zirconia posterior fixed dental prostheses. *Eur J Oral Sci.* 2008;116:579-84.
20. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent.* 2010;38:553-9.
21. Fransson B, Oilo G, Gjeitanger R. The fit of metal-ceramic crowns: a clinical study. *Dent Mater.* 1985;1:197-9.
22. Karlsson S. The fit of Procera titanium crowns: an *in vitro* and clinical study. *Acta Odontol Scand.* 1993;51:129-34.
23. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an *in vivo* technique. *Br Dent J.* 1971;131:107-11.
24. Belser UC, MacEntee MI, Richter WA. Fit of three porcelain-fused-to-metal marginal designs *in vivo*: a scanning electron microscope study. *J Prosthet Dent.* 1985;53:24-9.
25. Sulaiman F, Chai J, Jameson LM, Wozniak WT. A comparison of the marginal fit of In-Ceram, IPS Empress and Procera crowns. *Int J Prosthodont.* 1997;10:478-84.
26. Beschmidt SM, Strub JR. Evaluation of the marginal accuracy of different all-ceramic crown systems after simulation in the artificial mouth. *J Oral Rehab.* 1999;26:582-93.
27. Janenko C, Smales RJ. Anterior crowns and gingival health. *Austral Dent J.* 1979;24:225-30.
28. Bader JD, Rozier RG, McFall Jr WT, Ramsey DL. Effect of crowns margins on periodontal conditions in regularly attending patients. *J Prosthet Dent.* 1991;65:75-9.
29. Kokubo Y, Ohkubo C, Tsumita M, Miyashita A, Vult von Steyern O, Fukushima S. Clinical marginal and internal gaps of Procera All-Ceram crowns. *J Oral Rehab.* 2005;32:526-30.
30. Rekow D, Thompson VP. Near-surface damage: a persistent problem in crowns obtained by computer-aided design and manufacturing. *Proc Inst Mech Eng.* 2005;219:233-43.
31. Lava Chairside Oral Scanner C.O.S. 3M ESPE Technical Datasheet; 2009.
32. Polido WD. Moldagens digitais e manuseio de modelos digitais: o futuro da Odontologia. *Dental Press J Orthod.* 2010;15(5):18-22.
33. Birnbaum N, Aaronson HB, Stevens C, Cohen B. 3D digital scanners: a high-tech approach to more accurate dental impressions. *Inside Dentistry.* 2009;5(4).
34. McMaster D, Cohen B, Spitz SD. Digital workflow: what is it, why should you get involved, and how is it transforming the industry. *Dent Economics.* 2008 Aug:30-6.