



## WORKFLOW TOTALMENTE DIGITAL, INTEGRANDO SCANNER INTRAORAL, DSD E CAD-CAM: CASO CLÍNICO

### RESUMO

**Introdução:** Este artigo é uma apresentação de um caso clínico com um *workflow* totalmente digital.

**Apresentação do caso:** Paciente do sexo masculino de 47 anos compareceu na consulta de medicina dentária, apresentando dor na ATM (articulação temporomandibular) e cuja principal preocupação estética era ter uma faceta do incisivo central superior lascada. O caso foi resolvido seguindo um *workflow* totalmente digital: foi realizado DSD (protocolo de desenho de sorriso digital), bem como impressão em CAD-CAM de facetas e coroas cerâmicas, especificamente, em dísilicato de lítio monolítico (após uma abordagem mínima-

mente invasiva). O objetivo desta reabilitação foi resolver uma perda de dimensão vertical, consecutivamente estética e distúrbios da articulação temporomandibular.

**Conclusão:** Com a evolução da tecnologia na medicina dentária, é possível executar um planeamento completamente digital e resolver problemas, tais como a perda da dimensão vertical, com sucesso. No entanto, são necessários mais estudos clínicos para obter resultados consistentes sobre o *workflow* digital em comparação com a técnica convencional, na perda de casos de dimensão vertical.

**Palavras-chave:** *workflow* digital, planeamento digital, DSD, *scanner* intraoral, impressora 3D, CAD-CAM, cerâmica de dísilicato de lítio monolítica



Fig. 1. A, B e C.

### Introdução

O *workflow* digital na medicina dentária tem vindo a aumentar nos últimos anos devido ao avanço das tecnologias, tais como *scanners* intraorais e programas de software, que contribuíram para melhorar a comunicação entre o clínico e o técnico de prótese dentária. O *Digital Smile Design* (DSD) é uma ferramenta digital que fornece, de uma perspectiva facial, um planeamento de reabilitação estética, melhor comunicação entre especialistas e melhoria no resultado esperado dos tratamentos<sup>1</sup>. A documentação dinâmica do sorriso é um passo importante no processo de planeamento digital 2D/3D do mesmo, que pode ser realizado num processo totalmente digital e ajudará nos futuros procedimentos de reabilitação. As vantagens de usar a documentação em formato vídeo são: a simplificação do processo de documentação, melhor estudo do sorriso, análise facial, planeamento do tratamento, simplificação da comunicação e educação do paciente<sup>2</sup>. O planeamento digital pode ser convertido num modelo de diagnóstico convencional ou virtual para facilitar os tratamentos clínicos subsequentes, ou seja, restaurações CAD-CAM<sup>3-7</sup>. Os preparos minimamente invasivos tornam-se facilmente alcançáveis na medicina dentária restauradora devido à combinação da técnica adesiva com materiais res-

tauradores com propriedades translúcidas. Materiais como a cerâmica de dísilicato de lítio<sup>8-11</sup> possuem propriedades como as observadas em dentes naturais, consequentemente apresentando bons resultados clínicos<sup>12,13</sup>.

Outra ferramenta importante que integra o fluxo de trabalho digital são os *scanners* intraorais. Estes são dispositivos que permitem uma determinação imediata da qualidade da impressão e têm a capacidade de enviar facilmente os modelos para o laboratório, através do e-mail, reduzindo assim o custo e o tempo<sup>14</sup>. No entanto, existe ainda pouca literatura científica sobre o potencial do *scanner* intraoral na captação de impressões de alta qualidade<sup>15-24</sup>. O software CAD (Computer-Aided Design) é uma ferramenta essencial no planeamento digital, por ser o responsável por orientar dispositivos que criam objetos num ambiente virtual<sup>25</sup>. Este artigo é uma apresentação de um caso clínico com um *workflow* totalmente digital. Após uma abordagem minimamente invasiva, foi realizado DSD (protocolo de desenho de sorriso digital), bem como impressão em CAD-CAM de facetas e coroas cerâmicas, especificamente, em dísilicato de lítio monolítico. O objetivo desta reabilitação foi resolver uma perda de dimensão vertical, consecutivamente estética e distúrbios da Articulação Temporomandibular (ATM).

### Apresentação do caso

Em 2015, um paciente do género masculino de 47 anos compareceu na consulta de medicina dentária devido a dor na ATM, e cuja preocupação estética era o facto de ter uma faceta de um incisivo central superior lascada, como é possível visualizar na Fig. 1a, b e c. Após uma análise clínica e radiográfica, ver Fig. 2, observou-se uma perda da dimensão vertical e desgaste dentário, causados por bruxismo. Foram tiradas fotografias digitais intraorais de uma vista frontal retraída, vista oclusal e vista lateral, seguida de fotografias extraorais (frontal, lateral e 45°) com uma câmara digital de lente única reflex (DSLR). Foi realizada uma impressão diagnóstica de ambos os arcos com um *scanner* (Carestream 3500), ver Fig. 3. Foi também registada a posição de intercuspidação máxima (MIP) com o *scanner* intraoral (Carestream 3500), e a nova dimensão vertical de oclusão (VDO) foi obtida pela abertura da quantidade apropriada sobre o articulador virtual no CAD/CAM (Computer-Assisted-Design/Computer-Assisted-Manufacturing). Foi aplicado o protocolo DSD na documentação dinâmica do sorriso: quatro vídeos foram realizados com um smartphone (iPhone 6) de vários ângulos calculados para desenvolver um enquadramento ideal do sorriso; um vídeo frontal da face, com e sem afasta-

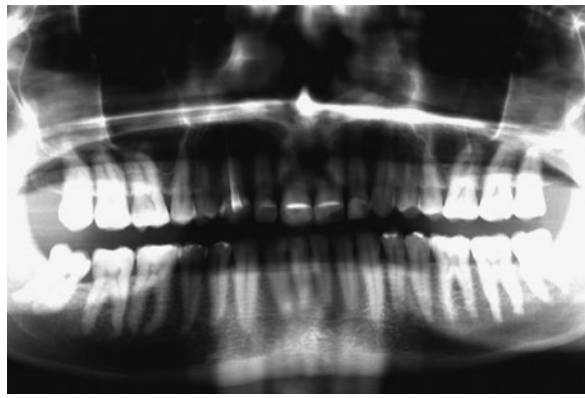


Fig. 2.

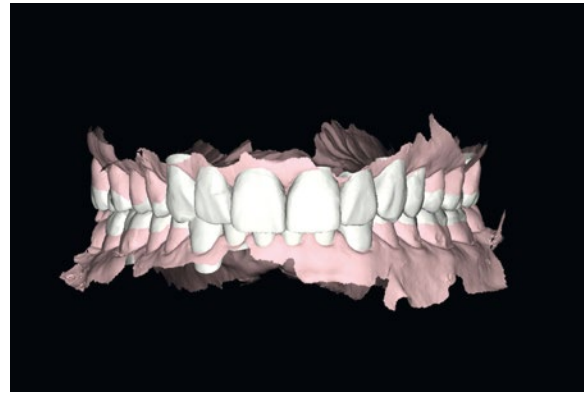


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5. A e B.



Fig. 6. A e B.



Fig. 7.

dores orais; um vídeo de perfil; um vídeo às 12 horas; e um vídeo oclusal anterior perpendicular ao plano oclusal sem espelho. Mais quatro vídeos complementares, uma entrevista facial, um vídeo fonético de 180°, um vídeo intraoral funcional e estrutural utilizando afastadores, ver Fig.4, foram realizados para análise funcional, facial e estrutural. A informação foi enviada para o Laboratório DSD.

O principal objetivo da técnica DSD é conciliar as fotografias das três perspectivas (oclusal, frontal e 12 horas) com uma régua digital para criar um enquadramento do sorriso por análise de vídeo. Em seguida, um enquadramento de sorriso com orientação facial foi criado seguindo estas etapas: *digital facebow*, sorriso *curveshape* e posição, determinação da largura usando a proporção recorrente estética dentária (RED), proporção do comprimento, curva gengival, curva das papilas, curva do vermelhão e curva do arco. O enquadramento de sorriso 2D foi transformado numa cera digital 3D no software CAD. O formato final do arquivo 3D STL foi exportado para uma impressora que imprimiu o modelo com o novo design. Este foi usado para fabricar uma matriz que serve como um *mock-up* motivacional, obtido com *bisacryl* (Structur; VOCO), ver Fig. 5 e Fig. 6. No novo modelo, a dimensão vertical foi aumentada. Foi pedido ao paciente para passar duas semanas com a simulação provisória para testar a adaptação à nova dimensão vertical (DV). Duas semanas depois a mordida foi testada, e como o paciente estava confortável e com a oclusão estável, não houve necessidade para desprogramar ainda mais a mordida e definir uma nova relação cêntrica (RC). Com esta nova DV, o paciente sentiu-se mais confortável e não sentiu dor na ATM. O plano de tratamento foi apresentado, mas, devido a razões económicas, o paciente não quis continuar o tratamento.

Em 2017, o paciente voltou à consulta para reiniciar o tratamento, ver Fig. 7, e um novo *scanner* intraoral (Carestream 3600) foi feito, ver Fig. 8. Foi realizado um novo *mock-up* para preparação das peças dentárias com *bisacryl* (Structur; VOCO) usando uma matriz formada por vácuo (V-print Horto Claro; VOCO) impressa por uma impressora 3D (Soflex; VOCO). Com o *mock-up* em boca e servindo como guia, foi realizado um preparo minimamente invasivo, ver Fig. 9. As preparações antigas dos segundos sextantes foram mantidas, não houve necessidade de preparo nos dentes posteriores superiores (14-17, 24-27) e inferiores (34, 35, 36, 37, 44, 45, 46, 47) e apenas um mínimo preparo nos dentes inferiores anteriores (31-33, 41-43).

Foi realizado um novo *scanner* intraoral (Carestream 3600), ver Fig. 10. A nova informação foi enviada para o laboratório DSD, como observado na Fig. 11, que então produziu um arquivo STL com modelos que foram enviados e fabricados no laboratório (Anatomic Lab). Esses modelos 3D (V-Modelo de impressão; VOCO) foram impressos numa impressora 3D (Solflex 650; VOCO). As facetas e coroas definitivas foram preparadas digitalmente, utilizando um software protético (Ceramillmente, Amann Girschbach), e fabricado numa fresadora (Ceramill Motion 2, Amann Girschbach) com blocos cerâmicos de dissilicato de lítio usináveis (VITABLOCS TriLux forte para Ceramill Motion 2, Amann Girschbach), ver Fig. 12.

Após confirmar o ajuste marginal e as propriedades óticas numa inserção de teste, o isolamento relativo (OpraGate, Ivoclar Vivadent) foi aplicado. Seguindo as recomendações

do fabricante, os dentes pilares das coroas e facetas de cerâmica foram preparados: a superfície cerâmica foi preparada com óxido de alumínio 50µm, ácido fluorídrico 5% durante 20 segundos e enxaguados durante 20 segundos, ácido fosfórico 37% (Total etch, Ivoclar Vivadent) e álcool 96% para limpeza e silano durante 20 segundos (Monobond plus, Ivoclar Vivadent). As coroas (11-13, 21-23) e facetas (14, 15, 16, 17, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47) foram aderidas com adesivo aos pilares utilizando um agente de cimentação de resina (Futurbond U e Bifix QM; VOCO) polimerizado por um fotopolimerizador de luz LED de alta potência (Celalux 3; VOCO), ver Fig. 13 e Fig. 14. Todo o excesso do agente de cimentação foi removido e os ajustes oclusais foram feitos e confirmados com T-scan (T-scan; TeKscan) ver Fig. 15a, b, c, e d, Fig. 16 e Fig. 17. Um aparelho removível em acrílico foi feito para proteção das restaurações finais. Após 6 meses, as restaurações definitivas foram avaliadas e permaneceram estáveis, sem indícios de fratura. O paciente também referiu que com a nova dimensão vertical não sentia dores de cabeça.

## Discussão e conclusões

Devido à introdução de toda uma gama de dispositivos, máquinas e software, a revolução digital está a mudar completamente a medicina dentária. Com o mundo virtual, pode planejar-se em detalhe desde procedimentos cirúrgicos até procedimentos restauradores, com ajuda de modelagem 3D e software como o CAD-CAM<sup>14</sup>. Os *scanners* intraorais são dispositivos digitais usados não apenas para obter modelos de estudo, mas também para a deteção de impressões necessárias de toda uma série de restaurações<sup>16</sup>. As impressões digitais também são um procedimento que contribui para um registo mais preciso da mordida, e têm como vantagem poderem eliminar vários procedimentos analógicos que podem gerar distorções<sup>15</sup>.

Nos últimos anos, a variedade de aplicações, juntamente com as vantagens destas tecnologias, fizeram com que os *scanners* intraorais tivessem um interesse crescente em medicina dentária. Hoje em dia existem vários *scanners* intraorais no mercado, mas o elemento mais importante a ser considerado deve ser a precisão, ou seja, a qualidade dos dados derivados da digitalização, uma combinação de veracidade e precisão<sup>15,16</sup>. Já existem relatos na literatura especializada que estudaram a precisão dos diferentes *scanners* intraorais disponíveis<sup>16-28</sup>. Num recente estudo *in vitro*<sup>20</sup>, a veracidade e precisão de quatro dos *scanners* intraorais de última geração foram comparados, obtendo o CS 3600 o melhor resultado na veracidade, uma das razões pela qual este tipo de *scanner* ter sido usado para documentar o presente caso clínico.

A análise facial estabelecida exclusivamente em evidências fotográficas é incompleta e/ou incorreta. Tarantili et al. (2005) também estudou o sorriso no vídeo e observou que a média duração de um sorriso espontâneo foi de 500 ms, o que reforça a dificuldade de captar este preciso momento através de fotografias<sup>14</sup>. É possível reduzir tempo de consulta quando estabelecido um protocolo de fotografia. A informação retirada de fotografias e vídeos permite a criação de um arquivo 2D do sorriso que é completamente integrado no rosto. O uso de vídeos para documentação do sorriso dinâmico, associada ao protocolo DSD, fornecerá diagnósticos

mais eficientes, planos de tratamento mais consistentes e melhores resultados finais<sup>14</sup>. Com a guia do sorriso facial, que usa um software 3D e um centro especializado no planeamento do sorriso, mais médicos dentistas são capazes de realizar uma reabilitação como um todo, isto é, uma reabilitação que integra não só a cavidade oral do paciente como também a sua face. Outra vantagem de um caso digital é a facilidade de realizar um *mock-up* pré-operatório que permite ao paciente ver o impacto do seu novo sorriso antes mesmo de realizar qualquer tipo de procedimento irreversível, aumentando a aceitação do caso. A simulação virtual do tratamento também permite a simulação de procedimentos interdisciplinares antes de iniciar o tratamento real. Isto ajuda o clínico a ter uma melhor visualização dos problemas, consequentemente um melhor processo de decisão e menos erros na cavidade oral.

Em relação à produção das peças finais, as máquinas Cerec CAD / CAM são atualmente usadas para fabricar peças de cerâmica com base no DSD e produzir uma peça protética numa única consulta. Estas peças, comumente feitas com material cerâmico, estão a tornar-se cada vez mais populares por todo o mundo<sup>29</sup>. Recentemente, os sistemas CAD-CAM, especialmente sistemas de impressão digital, estão a unir clínicas dentárias e laboratórios, resultando numa comunicação e procedimentos aprimorados. Além disso, é possível ainda produzir mais peças estéticas acessíveis usando a tecnologia CAD/CAM e bibliotecas com formas naturais.

As restaurações adesivas de cobertura parcial totalmente em cerâmica são reconhecidas como opções de tratamento confiáveis para a região posterior. Neste contexto, deve-se ter em mente que a maioria dos estudos clínicos de longo prazo são baseados em vitrocerâmicas reforçadas com leucita, enquanto que, hoje, materiais cerâmicos consideravelmente mais fortes baseados em dissilicato de lítio estão disponíveis<sup>30-32</sup>. O uso de dissilicato de lítio monolítico para restaurações reduz as falhas restauradoras, uma vez que elimina as camadas e as interfaces, que geralmente é o elo fraco entre os materiais<sup>31</sup>. De acordo com este relato de caso, optou-se por reabilitar este paciente usando dissilicato de lítio monolítico e demonstrou-se que este material funciona com sucesso num paciente com bruxismo quando reabilitado com uma nova DV correta.

Os *onlays* totalmente em cerâmica são uma opção de tratamento sensível, estes permitem um método de preparação que elimina a necessidade de um desenho de preparação retentiva, evitando os métodos convencionais de tratamento invasivo<sup>33,34</sup>. Além de eliminar as causas indutoras de abrasão e biocorrosão, restaurar as propriedades estéticas e funcionais e reconstruir as propriedades biomecânicas dos dentes afetados, estes são considerados os principais objetivos do tratamento. Todavia, quaisquer medidas de reparação devem visar a prevenção de qualquer desgaste patológico a longo prazo. Neste caso clínico, foi realizada uma preparação mínima dos dentes posteriores, com intuito de aumentar a DV e restabelecer a estética. Um *mock-up* foi realizado para testar a função e estética do paciente e também permitir um tratamento minimamente invasivo.

Ao estabelecer a nova DV, por meio de um *jig* anterior, a mordida é desprogramada e a posição de relação cêntrica é registada como um ponto de partida fidedigno para alcançar uma posição intermaxilar confortável e saudável.

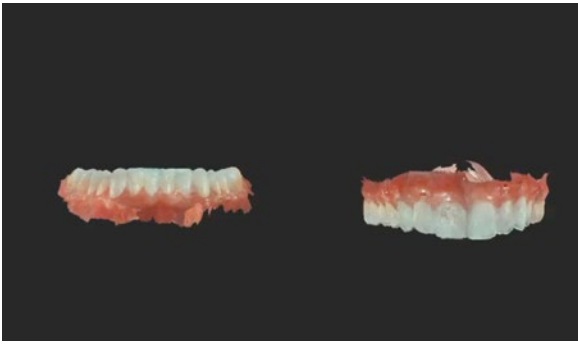


Fig. 8.



Fig. 9.

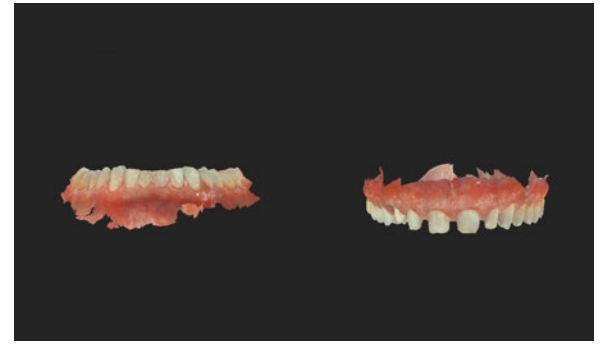


Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 13.

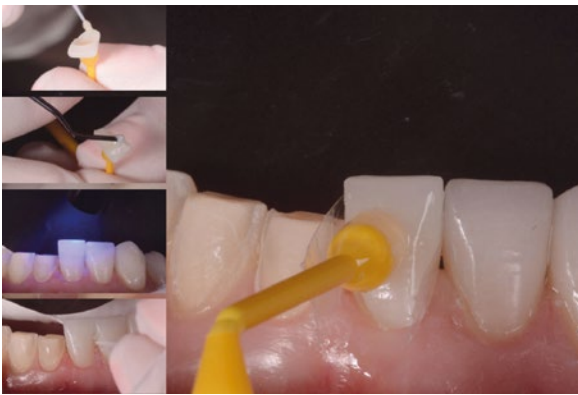


Fig. 14.

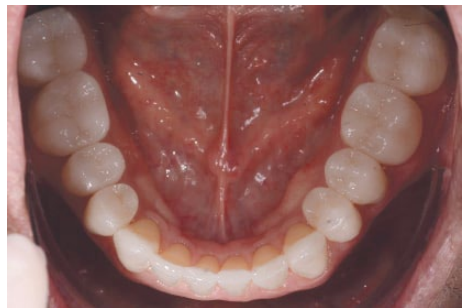


Fig. 15. A, B, C e D.



Fig. 16.

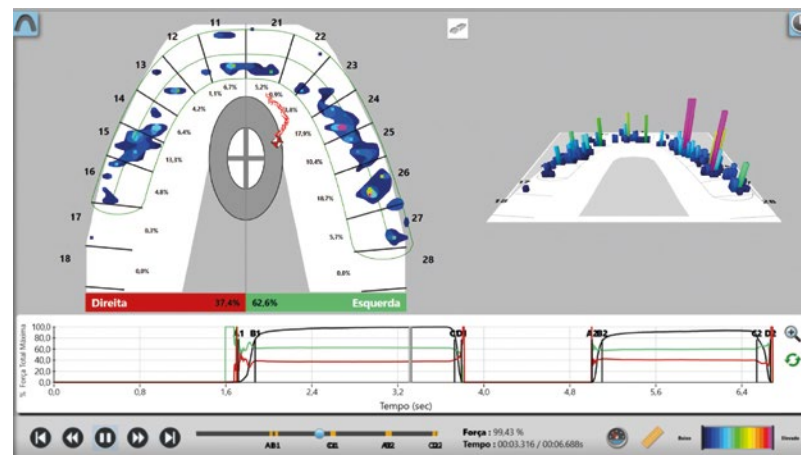


Fig. 17.



## hydrorise implant

**Silicone para adição de elevada rigidez:** um passo em frente no mundo dos moldes de implantes, ideal para implantes com várias unidades.

Disponível em práticos cartuchos automisturáveis, o Hydrorise Implant oferece rigidez e reprodução detalhada e pode utilizar-se com as técnicas monofase (Medium Body) e de duas viscosidades em simultâneo (Heavy e Light Body).

- preciso, graças à elevada rigidez e consistência
- seguro, uma vez que é biocompatível e radiopaco
- fiável: tempo de trabalho adequado e estabilidade dimensional
- fácil de utilizar e digitalizável
- confortável: aroma mentolado e remoção fácil

### Hydrorise Implant, simply accurate

**5:1 CARTUCHO**  
compatível com o equipamento de mistura automático mais comum do mercado



**Zhermack**  
Dental

## CLÍNICA

Uma vez que a relação cêntrica (RC) é um intervalo e não uma posição específica, a DVO (dimensão vertical oclusal) pode ser ajustada, para mais ou menos abertura, no Articulador Digital dentro do software CAD/CAM (Exocad) baseado na conveniência restaurativa e funcional, conforme descrito neste caso clínico. Abrindo a mordida, dentro do intervalo de RC, geralmente há criação de um novo espaço para uma abordagem restauradora mais conservadora e simples. Mas a limitação da abertura deve ser geralmente determinada pela relação dente superior/inferior anterior, desde que também haja uma razoável relação *overbite/overjet*. Neste caso, o documento do DSD facial (NemoDSD 3D) foi exportado para um software CAD/CAM (Exocad) para verificar a função no articulador digital. O aumento da dimensão vertical foi determinado considerando o intervalo de RC e a relação *overjet/overbite* do paciente.

O material de escolha para substituir o esmalte natural perdido foi a cerâmica de silicato, que possui propriedades óticas e mecânicas favoráveis. No entanto, a preparação de facetas minimamente invasivas e a sua adesão requer um maior conhecimento por parte do operador quando comparado com a preparação da coroa de cobertura completa e cimentação convencional<sup>35,36</sup>.

O dissilicato de lítio é um material com excelente estética e alta resistência (500 MPa, resistência à flexão biaxial), que pode ser usado em preparações e adesivos minimamente invasivos e cimentação de coroas com uma espessura de camada de 1 mm<sup>37</sup>. Neste caso, foi usado VITA-BLOCS TriLux forte para Ceramill Motion 2, Amann Girrbach, que têm a indicação para facetas, coroas parciais e totais para a área posterior. Também tivemos como objetivo provar através deste caso que quando uma DVO correta num paciente com bruxismo é alcançada, há um baixo risco de fratura, considerando as altas forças de carga.

Como resultado, de acordo com a literatura científica, restaurações indiretas combinadas com um aparelho removível podem ser uma solução para o desgaste dentário e perda da dimensão vertical<sup>38</sup>.

Em suma, devido à tecnologia que foi usada neste caso, conseguiu-se obter um rápido e preciso resultado. No entanto, este estudo tem algumas limitações. Em primeiro lugar, é um relato de caso clínico com um acompanhamento a curto prazo. Mais casos com seguimento a longo prazo (até 10 anos) são necessários para demonstrar o sucesso desta técnica. Em segundo lugar, o material que foi escolhido para esta reabilitação pode ser considerado como uma limitação. Há falta de literatura científica que suporte o uso de dissilicato de lítio em áreas posteriores, uma vez que não é a primeira indicação, em pacientes com bruxismo. Por fim, também se pode considerar como uma limitação a combinação de toda a tecnologia usada, uma vez que é um grande investimento para a prática de medicina dentária nos dias de hoje, e ainda requer uma curva de aprendizagem para obter um resultado ótimo.

Com a evolução da tecnologia na medicina dentária, é possível realizar um caso digital completo e resolver problemas como perda de dimensão vertical com sucesso. No entanto, mais estudos clínicos são necessários para obter resultados consistentes sobre o *workflow* digital em comparação com a técnica convencional, nos casos em que existe perda de dimensão vertical, e com seguimento a longo prazo para acompanhar o resultado final. ■

<sup>1</sup>Médico Dentista, Departamento de Reabilitação Oral, White Clinic, Lisboa.

<sup>2</sup>Médica Dentista, White Clinic, Lisboa.

<sup>3</sup>Médica Dentista, Departamento de Dentisteria Estética, White Clinic, Lisboa.

<sup>4</sup>Médico Dentista colaborador do Departamento Científico da White Clinic, Lisboa

<sup>5</sup>DDS, CDT. Médico Dentista, prática privada em São Paulo Brasil.

### Referências Bibliográficas

- Coachman C, Van Dooren E, Gürel G, Landsberg CJ, Calamita MA, Bichacho N. Smile design: From digital treatment planning to clinical reality. In: Cohen M, editor. Interdisciplinary Treatment Planning. Vol 2: Comprehensive Case Studies. Chicago: Quintessence; 2012. p. 119-24.
- Coachman C, Calamita A, Sesma N. Dynamic documentation of the smile and the 2D/3D digital smile design process. Int J Periodontics Restorative Dent. 2017;37:183-93.
- Pimentel W, Teixeira ML, Costa PP, Jorge MZ, Tiozzi R. Predictable outcomes with porcelain laminate veneers: a clinical report. J Prosthodont. 2016;25:335-40.
- Lin WS, Zandinejad A, Metz MJ, Harris BT, Morton D. Predictable restorative work flow for computer-aided design/computer-aided manufacture-fabricated ceramic veneers utilizing a virtual smile design principle. Oper Dent. 2015;40:357-63.
- Arias DM, Trushkowsky RD, Breg LM, David SB. Treatment of the patient with gummy smile in conjunction with digital smile approach. Dent Clin N Am. 2015;59:703-16.
- Coachman C, Calamita MA, Coachman FG, Coachman RG, Sesma N. Facially generated and cephalometric guided 3D digital design for complete mouth implant rehabilitation: a clinical report. J Prosthet Dent. 2017;117:577-86.
- Zimmermann M, Mehl A. Virtual smile design systems: a current review. Int J Comput Dent. 2015;18:303-17.
- Edelhoff D, Liebermann A, Beuer F, Stimmelmayer M, Güth JF. Minimally invasive treatment options in fixed prosthodontics. Quintessence Int. 2016;47:207-16. <https://doi.org/10.3290/j.qla.35115>.
- Culp L, McLaren EA. Lithium disilicate: the restorative material of multiple options. Compend Contin Educ Dent. 2010;31:716-25.
- Zarone F, Ferrari M, Mangano FG, Leone R, Sorrentino R. Digitally oriented materials: focus on lithium disilicate ceramics. Int J Dent. 2016;2016:940594.
- Soares PV, Spini PH, Carvalho VF, Souza PG, Gonzaga RC, Tolentino AB, et al. Esthetic rehabilitation with laminated ceramic veneers reinforced by lithium disilicate. Quintessence Int. 2014;45:129-33. <https://doi.org/10.3290/j.qla.31009>.
- Morimoto S, Albanesi RB, Sesma N, Agra CM, Braga MM. Main clinical outcomes of feldspathic porcelain and glass-ceramic laminate veneers: a systematic review and meta-analysis of survival and complication rates. Int J Prosthodont. 2016;29:38-49.
- Sulaiman TA, Delgado AJ, Donovan TE. Survival rate of lithium disilicate restorations at 4 years: a retrospective study. J Prosthet Dent. 2015;114:364-6.
- Tarantili VV, Halazonetis DJ, Spyropoulos MN. The spontaneous smile in dynamic motion. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2005;128:8-15.
- Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. J Prosthet Dent. 2013;109:121-8.
- Aragão ML, Pontes L, Bichara L, Flores-Mir C, Normando D. Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review. Eur J Orthod. 2016;38:429-34.
- Patzelt SB, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. Clin Oral Investig. 2014;18:1687-94.
- Renne W, Ludlow M, Frym J, Schurch Z, Meinito A, Kessler R, Lauer A. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: an in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. J Prosthet Dent. 2016; <https://doi.org/10.1016/j.prodent.2016.09.024>.
- Güth JF, Runkel C, Beuer F, Stimmelmayer M, Edelhoff D, Keul C. Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. Clin Oral Investig. 2017;21(5):1445-55. <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1902-4>.
- Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano F. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. BMC Oral Health. 2017;17(1):92. <https://doi.org/10.1186/s12902-017-0024-4>.
- Mangano FG, Veronesi G, Hauschild U, Mijiritsky E, Mangano C. Trueness and precision of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. PLoS One. 2016;11 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163107>.
- van der Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y. Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. PLoS One 2012;7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043312>
- Güth JF, Edelhoff D, Schweiger J, Keul C. A new method for the evaluation of the accuracy of full-arch digital impressions in vitro. Clin Oral Investig. 2016;20:1487-94.
- Ajioka H, Kihara H, Odaira C, Kobayashi T, Kondo H. Examination of the Position Accuracy of Implant Abutments Reproduced by Intra-Oral Optical Impression. PLoS One 2016;11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164048>
- Chew AA, Esquerria RJ, Teoh KH, Wong KM, Ng SD, Tan KB. Three-Dimensional Accuracy of Digital Implant Impressions: Effects of Different Scanners and Implant Level. Int J Oral Maxillofac Implants. 2017;32:70-80.
- Nedelcu RG, Persson AS. Scanning accuracy and precision in 4 intraoral scanners: an in vitro comparison based on 3-dimensional analysis. J Prosthet Dent. 2014;112:1461-71.
- Patzelt SB, Vonau S, Stampf S, Att W. Assessing the feasibility and accuracy of digitizing edentulous jaws. J Am Dent Assoc. 2013;144:914-20.
- Goracci C, Franchi L, Vichi A, Ferrari M. Accuracy, reliability, and efficiency of intraoral scanners for full-arch impressions: a systematic review of the clinical evidence. Eur J Orthod. 2016;38:422-8.
- Roperto R, Assaf H, Soares-Porto T, Lang L, Teich S. Are different generations of CAD/CAM milling machines capable to produce restorations with similar quality? Clin Exp Dent. 2016;8:423-8. <https://doi.org/10.4317/ced.52984>.
- Guess PC, Selz CF, Steinhart VN, Stampf S, Strub JR. Prospective clinical split-mouth study of pressed and CAD/CAM all-ceramic partial-coverage restorations: 7-year results. Int J Prosthodont. 2013;26:21-5.
- Ma L, Guess PC, Zhang Y. Load-bearing properties of minimal-invasive mono-lithic lithium disilicate and zirconia occlusal onlays: finite element and theoretical analyses. Dent Mater. 2013;29:742-51.
- Schlichting LH, Maia HP, Barattieri LN, Magne P. Novel-design ultra-thin CAD/CAM composite resin and ceramic occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion. J Prosthet Dent. 2011;105:217-26.
- Fradeani M, Barducci G, Bacherini L, Brennan M. Esthetic rehabilitation of a severely worn dentition with minimally invasive prosthetic procedures (MIPP). Int J Periodontics Restorative Dent. 2012;32:135-47.
- Magne P, Belsler U. Porcelain versus composite inlays/onlays: effect of mechanical loads on stress distribution, adhesion, and crown flexure. Int J Periodontics Restorative Dent. 2003;23:543-55.
- Magne P, Douglas WH. Porcelain veneers: dentin bonding optimization and biomimetic recovery of the crown. Int J Prosthodont. 1999;12:111-21.
- Magne P, Douglas WH. Interdental design of porcelain veneers in the presence of composite fillings: finite element analysis of composite shrinkage and thermal stresses. Int J Prosthodont. 2000;13:117-24.
- Hian L. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods Monolithic zirconia restorations. 2017;31:133-46.
- Abduo J, Lyons K. Clinical considerations for increasing occlusal vertical dimension: a review. Aust Dent J. 2012;57:2-10.