

Vítor Oliveira Ramagem

Utilização de novas tecnologias no ensino de preparos dentários:  
da fotografia e filmagem ao escaneamento 3D.

Brasília  
2019



Vítor Oliveira Ramagem

Utilização de novas tecnologias no ensino de preparos dentários:  
da fotografia e filmagem ao escaneamento 3D.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Departamento de Odontologia da Faculdade de  
Ciências da Saúde da Universidade de Brasília,  
como requisito parcial para a conclusão do curso  
de Graduação em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Fernando Tabata

Co-orientador: Profa. Dra. Liliana Vicente Melo de  
Lucas Rezende

Brasília  
2019



Dedico este trabalho para a minha família, amigos e professores, pela confiança depositada nesse profissional que está se formando e pelo estímulo e inspiração que cada um contruibuiu para a minha construção.



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus pais e agora colegas de profissão por todo o carinho, inspiração e investimentos que me fizeram chegar a essa conquista. Vocês são os meus maiores exemplos de pessoas, gentileza e profissionais, e juntos vamos poder desenvolver um trabalho muito competente!

Agradeço à minha avó Neusa, por todas as caronas, apoio, entusiasmo e exemplo de vida desde que eu era pequenininho, e também pela confiança como paciente. Ao meu avô Antônio, que apesar de não estar mais aqui, foi meu maior apoiador para entrar na odontologia, e mais do que tudo, é um grande exemplo de pessoa que eu quero me espelhar, sempre apaixonado pelo que fazia e muito engraçado.

À minha irmã, agradeço as palavras diretas nos momentos mais desanimados e também ao carinho sempre dado, da maneira dela, é claro!

Aos meus tios e primos, obrigado pelo carinho e oportunidade de serem meus pacientes no início, além de todos os bons momentos e viagens que fizemos.

Agradeço ao meu colega Lucas Abrantes, que foi minha dupla de trabalho e que me ajudou muito nessa caminhada, sempre com momentos bem descontraídos. Aos meus colegas Luander Medrado e Giulia Lettieri, obrigado pela parceria em pesquisas e companheirismo, vamos continuar fazendo novos trabalhos e repetir os bons momentos! À minha colega Alessandra Helena, não tenho palavras para agradecer os momentos de

descontração, esses cinco anos foram mais engraçados com você!

Muito obrigado aos meus amigos de infância Giulio e Pedro Paulo, pela confiança, insistência e coragem de terem sido meus primeiros pacientes na vida! O apoio de vocês sempre foi essencial.

Agradeço ao colega Eldiro Daniel, por toda a inspiração e amizade, e por desde cedo me estimular a fazer o trabalho mais honesto e de alta qualidade.

Aos meus professores, não tenho palavras para agradecer! À professora Maria do Carmo Machado Guimarães, pelo carinho, apoio e confiança desde o meu primeiro dia de aula na UnB, e cujo discurso sempre me inspira! Ao professor Laudimar Alves de Oliveira, obrigado por sempre acreditar em mim e orientar tantos trabalhos. À professora Nailê Damé-Teixeira, obrigado pelo apoio, ajuda e estímulo a fazer novas atividades.

Agradeço também aos colaboradores do Projeto de Periodontite e Diabetes do Hub, que proporcionou um aprendizado gigantesco nesses quatro anos e meio de atividades, e pudemos crescer muito juntos!

Agradeço ao professor Lucas Fernando Tabata por ter abraçado essa proposta de trabalho, e também oportunidades proporcionadas. À professora Liliana Vicente Melo de Lucas Rezende, obrigado obrigado pelas oportunidades na clínica e pelas boas conversas! Ao professor Newton Chaves Braga, agradeço o exemplo de paixão nessa nossa bela profissão.

## EPÍGRAFE

“No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz bem feito ou não faz”.

Ayrton Senna



## RESUMO

RAMAGEM, Vítor Oliveira. Utilização de novas tecnologias no ensino de preparos dentários: da fotografia e filmagem ao escaneamento 3D. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Departamento de Odontologia da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.

A qualidade de um preparo dentário reflete significativamente no resultado e longevidade de uma prótese dentária. O ensino de preparos dentários em prótese fixa acontece por meio de aulas teóricas com imagens sequenciais dos preparos a serem realizados, bem como vídeos didáticos. As atividades laboratoriais são conduzidas com demonstrações e atividades práticas nas quais os alunos realizam o preparo que foi demonstrado, com base também no conhecimento teórico ministrado. O resultado da atividade prática é analisado e um *feedback* é passado ao aluno dos pontos a serem corrigidos e melhorados. Esse *feedback* é parte essencial na formação dos cirurgiões-dentistas e estratégias inovadoras podem facilitar e motivar o processo de aprendizado além de possibilitar melhor compreensão das odontoplastias. O presente trabalho tem como objetivo abordar recursos digitais disponíveis para o ensino e *feedback* de preparos dentários para alunos de odontologia em laboratório pré-clínico. Para tal, preparos dentários para coroa total de dissilicato de lítio em incisivo central superior foram realizados em manequim odontológico e posteriormente fotografados, filmados e escaneados em um sistema CAD tridimensional, para mostrar as vantagens e possibilidades de cada uma dessas ferramentas para o *feedback*.

Palavras-chave:

Ensino, fotografia, filmagem, tridimensional, preparo dentário.



## ABSTRACT

RAMAGEM, Vítor Oliveira. Use of new technologies for teaching of tooth preparation: from photography and filming to 3D scanning. 2019. Undergraduate Course Final Monograph (Undergraduate Course in Dentistry) – Department of Dentistry, School of Health Sciences, University of Brasília.

The quality of a dental preparation reflects significantly on the outcome and longevity of a dental prosthesis. The teaching of tooth preparation in fixed prosthesis happens through theoretical classes with sequential images of the activity to be performed, as well as didactic videos. The pre-clinical laboratory activities are conducted with demonstrations and practical activities in which students perform the preparation that was demonstrated, based on the theoretical knowledge taught. The result of the practical activity is analyzed and the feedback passed to the student of the points to be corrected and improved. This feedback is an essential part of the training of dental students and innovative strategies can facilitate and motivate the process in addition to providing a better understanding of tooth preparation. The goal of this article is to analyze the digital resources available for the feedback of dental students in pre-clinical laboratories. For this purpose, dental preparations for lithium disilicate crowns in a superior central incisor were performed in a dental typodont and later photographed, filmed and scanned in a three-dimensional CAD system to show the advantages and possibilities of each of these tools for the student's feedback.

Keywords:

Teaching; Photography; Filming; Scanning; Three-dimensional; tooth preparation.

## SUMÁRIO

Artigo Científico.....	16
Folha de Título .....	18
Resumo .....	19
Abstract .....	20
Introdução .....	21
Metodologia.....	23
Resultados .....	26
Discussão.....	30
Considerações finais .....	40
Referências .....	40
Anexos.....	46
Figuras .....	46
Normas da Revista.....	50



## ARTIGO CIENTÍFICO

Este trabalho de Conclusão de Curso é baseado no artigo científico: RAMAGEM, Vítor Oliveira; TABATA, Lucas Fernando; REZENDE, Liliana Vicente Melo de Lucas. Utilização de novas tecnologias no ensino de preparos dentários: da fotografia e filmagem ao escaneamento 3D.

Apresentado sob as normas de publicação do Journal of Dental Education.



## FOLHA DE TÍTULO

Utilização de novas tecnologias no ensino de preparos denteários: da fotografia e filmagem ao escaneamento 3D.

Use of new technologies for teaching of tooth preparation: from photography and filming to 3D scanning.

Vítor Oliveira Ramagem<sup>1</sup>

Lucas Fernando Tabata<sup>2</sup>

Liliana Vicente Melo de Lucas Rezende<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aluno de Graduação em Odontologia da Universidade de Brasília.

<sup>2</sup> Professor(a) Adjunto(a) de Prótese Fixa da Universidade de Brasília (UnB).

Correspondência: Prof. Dr. Lucas Fernando Tabata

Campus Universitário Darcy Ribeiro - UnB - Faculdade de Ciências da Saúde - Departamento de Odontologia - 70910-900 - Asa Norte - Brasília - DF

E-mail: lftabata@hotmail.com / Telefone: (61) 98169-2131

## RESUMO

Utilização de novas tecnologias no ensino de preparos dentários: da fotografia e filmagem ao escaneamento 3D.

### Resumo

A qualidade de um preparo dentário reflete significativamente no resultado e longevidade de uma prótese dentária. O ensino de preparos dentários em prótese fixa acontece por meio de aulas teóricas com imagens sequenciais dos preparos a serem realizados, bem como vídeos didáticos. As atividades laboratoriais são conduzidas com demonstrações e atividades práticas nas quais os alunos realizam o preparo que foi demonstrado, com base também no conhecimento teórico ministrado. O resultado da atividade prática é analisado e um *feedback* é passado ao aluno dos pontos a serem corrigidos e melhorados. Esse *feedback* é parte essencial na formação dos cirurgiões-dentistas e estratégias inovadoras podem facilitar e motivar o processo de aprendizado além de possibilitar melhor compreensão das odontoplastias. O presente trabalho tem como objetivo abordar recursos digitais disponíveis para o ensino e *feedback* de preparos dentários para alunos de odontologia em laboratório pré-clínico. Para tal, preparos dentários para coroa total de dissilicato de lítio em incisivo central superior foram realizados em manequim odontológico e posteriormente fotografados, filmados e escaneados em um sistema CAD tridimensional, para mostrar as vantagens e possibilidades de cada uma dessas ferramentas para o *feedback*.

Palavras-chave:

Ensino, fotografia, filmagem, tridimensional, preparo dentário.

## ABSTRACT

Use of new technologies for teaching of tooth preparation: from photography and filming to 3D scanning.

### Abstract

The quality of a dental preparation reflects significantly on the outcome and longevity of a dental prosthesis. The teaching of tooth preparation in fixed prosthesis happens through theoretical classes with sequential images of the activity to be performed, as well as didactic videos. The pre-clinical laboratory activities are conducted with demonstrations and practical activities in which students perform the preparation that was demonstrated, based on the theoretical knowledge taught. The result of the practical activity is analyzed and the feedback passed to the student of the points to be corrected and improved. This feedback is an essential part of the training of dental students and innovative strategies can facilitate and motivate the process in addition to providing a better understanding of tooth preparation. The goal of this article is to analyze the digital resources available for the feedback of dental students in pre-clinical laboratories. For this purpose, dental preparations for lithium disilicate crowns in a superior central incisor were performed in a dental typodont and later photographed, filmed and scanned in a three-dimensional CAD system to show the advantages and possibilities of each of these tools for the student's feedback.

### Keywords:

Teaching; Photography; Filming; Scanning; Three-dimensional; tooth preparation.

## INTRODUÇÃO

Coroas totais são muitas vezes necessárias para a reabilitação de pacientes com defeitos dentários. Essas próteses devem restaurar a anatomia e estética do dente ou da estrutura afetada, além de devolver a função fisiológica da mastigação e oclusão. A morfologia de uma coroa total deve satisfazer uma série de requisitos mecânicos, biológicos e estéticos. O propósito do preparo dentário consiste em desgastar o dente original para criar um espaço tridimensional para uma prótese dentária, e a sua qualidade é fundamental para o sucesso estético, funcional e para o prognóstico a longo prazo das restaurações <sup>1</sup>.

O ensino de preparos dentários em prótese fixa é uma parte essencial na educação dos dentistas <sup>2</sup>. O aprendizado das diferentes formas do preparo dentário demanda muito tanto dos alunos quanto dos professores em termos de concepção, precisão, reprodutibilidade e avaliação tridimensional <sup>3</sup>. Os métodos de avaliação tradicionais dependem da análise visual e tátil dos docentes e alunos <sup>4-6</sup>. Um fator essencial para os alunos elevarem o nível dos seus trabalhos consiste no desenvolvimento da capacidade de auto-avaliação, levando à melhora das suas habilidades <sup>7</sup>. Estratégias inovadoras podem facilitar o processo de aprendizado e motivar o interesse dos alunos, além de auxiliar a visualização da anatomia do preparo dentário, já que alunos de odontologia relataram dificuldade na aquisição das noções de profundidade e perspectiva dos ângulos e paredes no processo tradicional de aprendizado <sup>8</sup>.

A fotografia é uma parte indispensável do ensino a futuros dentistas <sup>9</sup>. Ao longo dos anos, a capacidade de capturar, armazenar e transmitir imagens revolucionou a comunicação e levou a um aumento considerável no uso dessa mídia em ambientes clínicos e educacionais <sup>10</sup>. A fotografia é uma ferramenta muito versátil, podendo ser realizada com câmeras profissionais e até mesmo smartphones. Ela permite a

documentação e registro de diferentes situações clínicas, permitindo a ampliação da imagem adquirida para visualização de detalhes, assim como o compartilhamento das informações pertinentes de maneira rápida e fácil <sup>11</sup>. No ensino, a fotografia é o principal meio utilizado para ilustrar trabalhos e técnicas odontológicas, e oferece imagens objetivas que aprimoraram a comunicação entre professores e alunos <sup>12</sup>. Para o *feedback* dos trabalhos individuais dos alunos em ambiente laboratorial, erros podem ser detectados e melhor visualizados, e os arquivos gerados podem ser transferidos via *e-mail* e/ou aplicativos, ou mesmo armazenados <sup>13</sup>.

Outro tipo de mídia utilizado no ensino de odontoplastias é a filmagem. Ela é capaz de produzir vídeos com imagens dinâmicas e ampliadas, além de poder conter sons e efeitos que complementam o *feedback*. A visualização pode ser feita em um monitor ou projetor em tempo real ao procedimento, ou gravada, permitindo o acompanhamento de um trabalho feito sobre uma estrutura diminuta ou em um espaço pequeno por um grande número de alunos ao mesmo tempo <sup>14</sup>. Ela também permite o registro de fotografias, visto que um vídeo é composto de várias imagens por segundo, e cada registro estático pode ser destacado, mostrado, armazenado em separado <sup>15</sup>. No ensino, a filmagem tem se destacado como instrumento para demonstração das habilidades e técnicas clínicas, e nas atividades práticas laboratoriais <sup>16</sup>. Esse recurso poderia ser utilizado para o *feedback* de alunos em laboratório pré-clínico, ao mostrar diferentes ângulos do preparo em tempo real com imagens ampliadas.

Atualmente, a tecnologia CAD/CAM (computer aided design / computer aided manufacturing) tem recebido grande enfoque na odontologia. Essa ferramenta foi inicialmente desenvolvida para a confecção de próteses fixas <sup>17</sup>, e com a evolução da qualidade e precisão das imagens adquiridas, novos usos dessa tecnologia têm se tornado possíveis, inclusive no ensino <sup>18</sup>. Os modelos

virtuais, gerados por um software CAD a partir de um escaneamento, podem ser visualizados e movimentados tridimensionalmente. O software ainda possui ferramentas que permitem a avaliação complementar das odontoplastias <sup>17</sup>, como da regularidade e expulsividade das paredes, espessuras de desgastes, áreas de retenção, qualidade e regularidade do término cervical e eixo de inserção, mostrados em modelos tridimensional de maneira rápida, precisa, intuitiva e objetiva, e podem ser utilizados no *feedback* de alunos nas atividades laboratoriais <sup>1,19-23</sup>.

O objetivo do presente trabalho foi abordar recursos digitais disponíveis para o ensino e *feedback* de preparos dentários para alunos de odontologia em laboratório pré-clínico.

## Metodologia

O presente trabalho utilizou preparos dentários para coroas totais de dissilicato de lítio em incisivo central superior (dente 11), realizados em um manequim odontológico (MOM, Marília, Brasil). Dois preparos foram realizados utilizando-se uma caneta de alta rotação (Kavo, Biberach, Alemanha), e brocas diamantadas 2135, 2135 F, 3168 e 3168 F (KG Sorensen, Cotia, Brasil). O preparo #1 foi realizado seguindo os princípios biomecânicos das odontoplastias apresentando expulsividade adequada das paredes axiais, assim como redução incisal e palatina. O preparo #2 apresenta formato mais expansivo, com áreas retentivas nas paredes axiais, assim como irregularidades no término cervical (Figura 1).

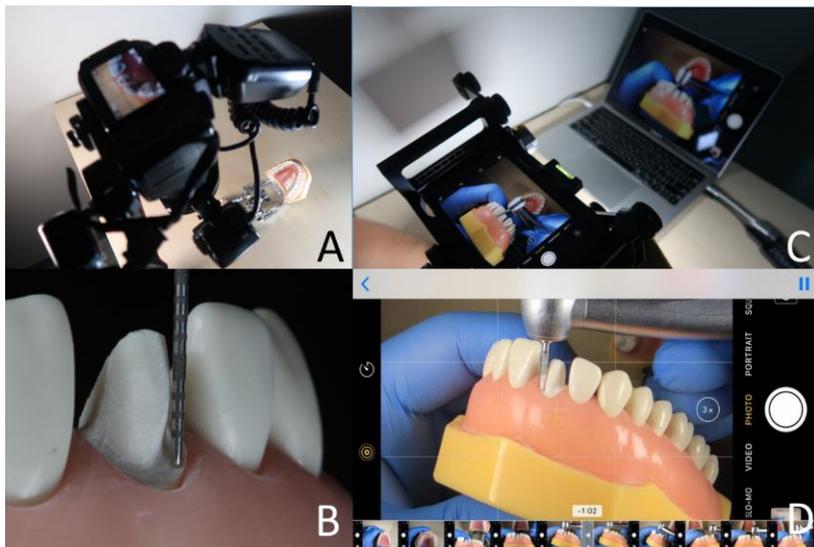


**Figura 1. A.)** Foto oclusal do preparo #1. **B.)** Foto vestibular do preparo #1. **C.)** Foto oclusal do preparo #2. **D.)** Foto vestibular do preparo #2.

A análise fotográfica foi realizada com uma câmera DSLR - câmera digital de reflexo por lente (Rebel T4i, Canon, Tóquio, Japão), equipada com lente macro (EF 100mm f2/8 macro USM, Canon, Tóquio, Japão) e flash *twin* (MT 24EX, Canon, Tóquio, Japão). Foram realizados diversos registros com diferentes angulações do preparo dentário com o objetivo de criar imagens que possam ser utilizadas para mostrar de maneira ampliada as odontoplastias aos alunos de graduação e fornecer um *feedback* a eles (Figura 2).

Um smartphone (iPhone 8 Plus, Apple, Cupertino, Estados Unidos) foi utilizado acoplado a um *notebook* para criar vídeos em tempo real, com o objetivo de gerar imagens

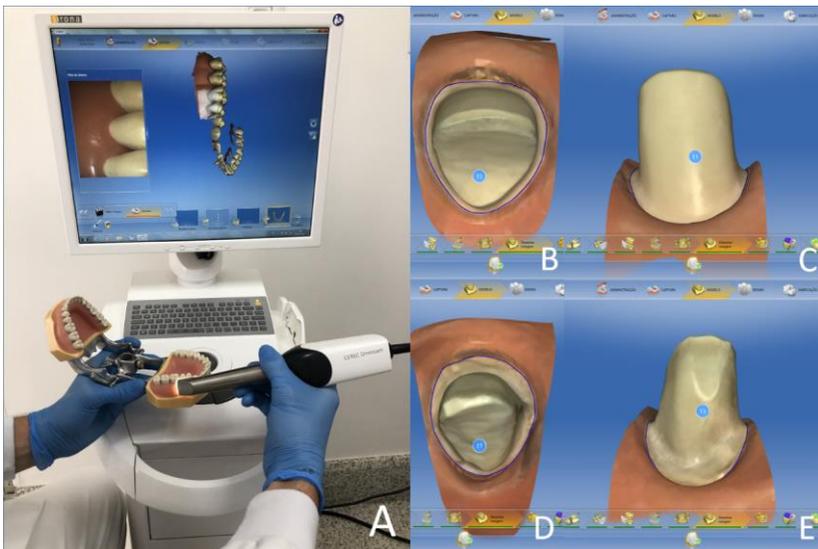
dinâmicas e ampliadas que possam facilitar a visualização por parte dos alunos os pontos a serem melhorados (Figura 2).



**Figura 2. A.)** Equipamento fotográfico, câmera DSLR Canon (T4i), com lente macro (EF 100mm macro) e flash twin (MT 24EX). **B.)** Fotografia da área retentiva do preparo #2 com sonda milimetrada. **C.)** Equipamento de filmagem com um Iphone 8 Plus para filmagem do preparo #1. **D.)** Filmagem de área retentiva do preparo #2 com caneta de alta-rotação.

Os escaneamentos 3D foram realizados utilizando o sistema CAD/CAM (Cerec Omnicam, Sirona, Bensheim, Alemanha). As imagens adquiridas foram processadas pelo *software* CAD (Cerec 4.5.2, Sirona, Bensheim, Alemanha), que gerou modelos tridimensionais do manequim. Os modelos virtuais podem ser movimentados, girados e ampliados, facilitando a visão de diferentes áreas (Figura 3). Além disso, o *software* apresenta recursos para análise do preparo, que possibilitam a avaliação de acordo com quatro critérios: distância para o antagonista (espaço interoclusal), corte inferior (áreas retentivas), margem (regularidade do término cervical) e

superfície (ângulos da superfície). É possível a mensuração em milímetros da distância para o antagonista e da profundidade de áreas retentivas, assim como evidenciar as partes com falhas em cores vibrantes, segundo uma escala de cores e tons. A “margem” mostra em amarelo as áreas e pontos de indentação, e a “superfície” os cantos com pontos ou áreas de extremidades afiadas. Por fim, o “eixo de inserção” obtêm o melhor eixo de entrada da coroa, e marca em amarelo os pontos ou áreas de interferência do preparo.



**Figura 3. A.)** “Scanner” Cerec OmniCam; **B.)** Imagem oclusal do preparo #1; **C.)** Imagem vestibular do preparo #1; **D.)** Imagem oclusal do preparo #2; **E.)** Imagem vestibular do preparo #2.

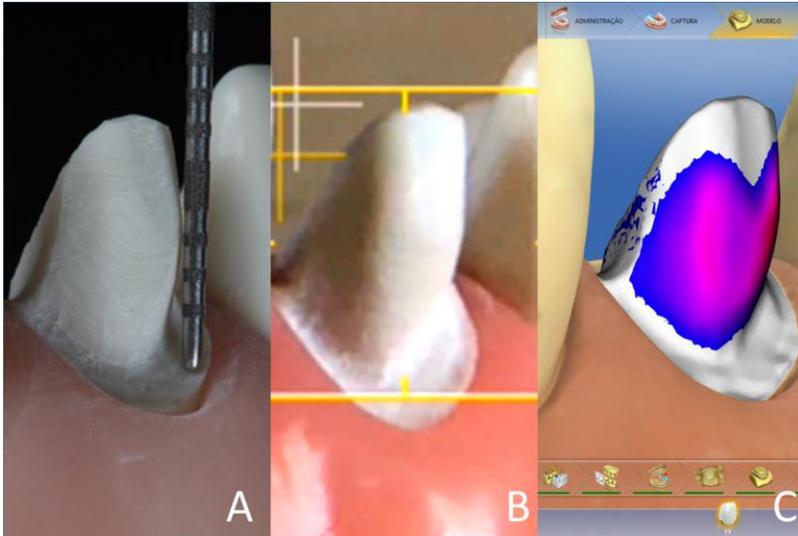
## Resultados

Foram obtidas fotografias de diversos ângulos do preparo, com câmera DSLR. Essas fotos foram registradas primeiramente de ângulos que possibilitassem a visualização do contorno do término cervical, com visão inciso-cervical, e vestibular, para

ilustrar claramente como os preparos em manequim se apresentam ao olho humano. Novos registros foram obtidos dos melhores ângulos de visualização dos defeitos. Para a captura das áreas retentivas, utilizou-se uma sonda milimetrada Norte Carolina (LM Instrumental, Capetinga, Brasil), paralela ao longo-eixo do dente. Essa imagem revela o quanto de espessura de material no término cervical pode ser perdido com uma falha dessa.

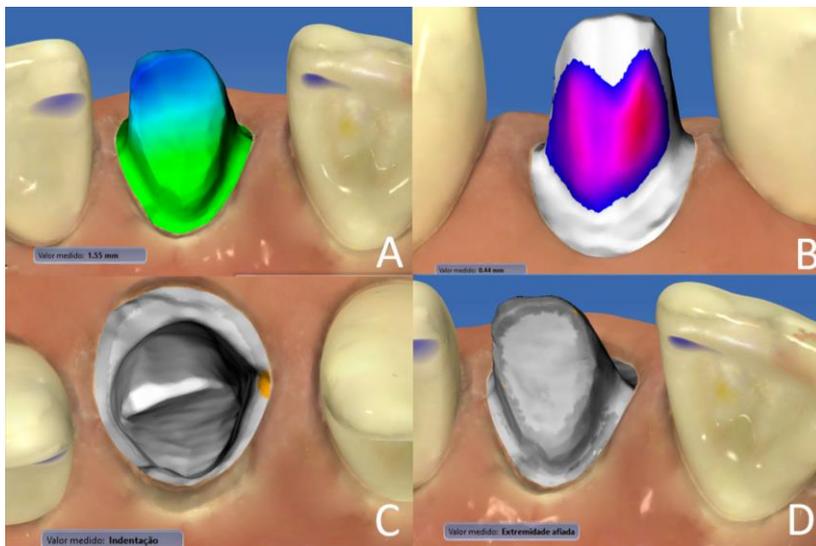
Os vídeos feitos com *smartphone* foram obtidos por meio da movimentação e rotação dos preparos abaixo da câmera, e possibilitou uma visão de diversos ângulos da odontoplastia. As imagens dinâmicas permitiram a visualização da transição entre as faces do preparo, além do término cervical, áreas retentivas e convergência das paredes axiais. Para a melhor visualização das áreas retentivas, foi utilizada uma ponta diamantada 2135 montada em uma caneta de alta-rotação, paralela às ao longo-eixo do dente. A grade ao fundo da tela da filmagem auxiliou a análise da convergência das paredes axiais em diversos ângulos (Figura 4)

O manequim odontológico com incisivo central preparado foi escaneado com o *scanner* intra-oral Cerec OmniCam. A análise do modelo virtual pelo *software* apontou no preparo #1 duas áreas de interferência pequenas no eixo de inserção, uma distância em relação ao antagonista de 2,30mm, e dois pontos de retenção na distal, com 0,01 e 0,02mm de profundidade, e pela mesial uma área de retenção grande com até 0,02mm de profundidade. O sistema não detectou nenhuma discrepância na margem, e na superfície apontou um ponto de extremidade afiada pela disto-palatina e duas áreas pequenas na mesio-palatina.



**Figura 4. A.)** Fotografia da área retentiva do preparo #2; **B.)** Filmagem da área retentiva do preparo #2; **C.)** Imagem do modelo virtual após análise digital da área retentiva do preparo #2.

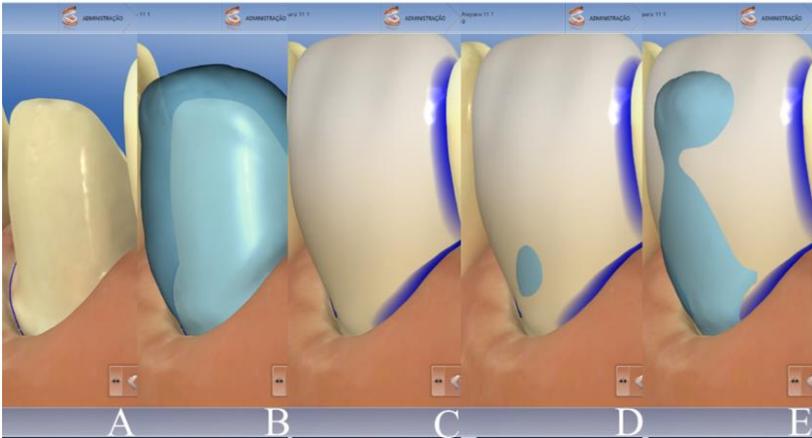
Com relação ao escaneamento do preparo #2, foi registrada uma grande área de interferência do eixo de inserção pela vestibular e vestibulo-distal, e uma pequena área pela distal. Com relação à distância para o antagonista, o menor valor obtido foi de 1,56 mm, e na grande área retentiva pela vestibular e vestibulo-distal, o maior valor de profundidade obtido foi de 0,44mm. A ferramenta margem apontou uma pequena área de endentação pela mesial do término cervical, e a superfície apontou apenas dois pontos de extremidade afiada na face palatina (Figura 5).



**Figura 5. A.)** Distância para o antagonista preparo#2; **B.)** Área retentiva de 0,44mm no preparo #2; **C.)** Margem com uma área de indentação; **D.)** 2 pontos de extremidade afiada por mesio-palatina palatina.

No software Cerec 4.5.2 é possível ajustar parâmetros iniciais de uma proposta de desenho da prótese, dentre eles a espessura de material radial e oclusal. Caso ocorra alguma área com quantidade de material abaixo da pré-determinada, mostra-se uma mancha azul clara delimitando a área afetada. Com isso, o sistema CAD permite um feedback ao aluno se o preparo está adequado para diferentes sistemas cerâmicos ao mesmo momento apenas variando a espessura mínima e onde ele pode refinar a odontoplastia. No entanto, essa análise leva em conta aspectos quantitativos, sem levar em consideração a qualidade do formato da odontoplastia, e esses resultados devem ser interpretados pelo operador para o uso mais eficiente dessa ferramenta. O preparo #1 precisaria de um leve reparo para atingir a espessura mínima de 0,5mm de material em toda a face vestibular, apesar de seu formato estar muito adequado. Preparo #2 não apresentou avisos para a espessura mínima de 0,5mm,

mas apresentava formato inadequado e irregular, além de outros fatores como a área retentiva muito profunda que inviabilizariam um trabalho protético e que não foram levados em conta pelo programa para indicar a espessura da restauração nessa peça (Figura 6).



**Figura 6. A)** Preparo #1; **B.)** Contorno da espessura mínima de 1,0mm; **C.)** Proposta com espessura mínima de 0,3mm; **D.)** Proposta com espessura mínima de 0,5mm; **E.)** Proposta com espessura mínima de 1,0mm.

## Discussão

O objetivo desse estudo foi ilustrar como tecnologias que permitem a visualização ampliada de preparos odontológicos para prótese fixa podem auxiliar no ensino e *feedback* dessa importante habilidade ao dentista. Foi mostrado como cada uma apresenta as imagens, e como os erros podem ser ilustrados de diferentes maneiras intuitivas. As imagens geradas pelos três tipos de tecnologia são facilmente compartilhadas, diminuindo o espaço físico necessário para guardar os registros, e facilitando a comunicação do educador com o aluno <sup>24,25</sup>.

Exercícios laboratoriais de preparos dentários requerem boa visualização e habilidades de avaliação e coordenação visuais, uma vez que os alunos são instruídos a fazerem odontoplastias seguindo critérios precisos e exatos <sup>8</sup>. Muitos alunos têm dificuldade de avaliar seus preparos, pois a visualização fica limitada quando o professor demonstra as odontoplastias em dentes reais ou manequins devido ao tamanho das estruturas e a quantidade de alunos tentando acompanhar o procedimento ao mesmo tempo. O processo de aprendizado de técnicas complexas como preparos dentários pode se beneficiar da magnificação das estruturas a serem trabalhadas. A melhora da visualização permite a adição de novos recursos para o feedback e auto-avaliação dos alunos. Os estudantes de odontologia preferem conteúdos com mais apresentações visuais se comparado a estudantes de outras áreas <sup>26</sup> e, por isso, o uso de novas tecnologias que ampliam a visão do preparo podem aumentar a qualidade e o entendimento do conteúdo lecionado <sup>27</sup>. Se os alunos reconhecerem como as tecnologias serão úteis futuramente no trabalho clínico, haverá maior chance de aceitação desses recursos no trabalho diário <sup>28</sup>.

A fotografia constitui a maneira mais difundida e utilizada para o ensino de preparos dentários. Ela permite o registro objetivo de imagens e é a principal maneira de ilustrar odontoplastias e quaisquer outras técnicas e habilidades odontológicas em livros, manuais, apresentações e aulas <sup>29</sup>. Essa mídia digital está muito presente na divulgação de técnicas e registros odontológicos nas redes sociais, tendo um grande alcance e influência nos usuários das redes sociais <sup>30</sup>. A reprodução das cores e boa resolução são fatores essenciais à fotografia, pois permitem expor detalhes, texturas e ângulos com boa fidelidade <sup>31</sup>. O desenvolvimento e maior uso dos *smartphones* fez da fotografia uma ferramenta rotineira e de fácil utilização, o que se refletiu no aumento do seu uso em diversos ambientes, incluindo no ensino <sup>12</sup>. Os inúmeros aplicativos de

edição de imagens e compartilhamento, permitem ajustes rápidos e o envio imediato das figuras, melhorando a visualização e entendimento dos erros. A documentação de um trabalho em momentos diferentes durante o processo de aprendizado e domínio da técnica pode auxiliar o aluno na construção da auto-avaliação e perceber seus pontos que mais evoluíram e também as áreas que precisam de mais atenção <sup>32</sup>.

O ensino de práticas de fotografia e filmagem são quase que absolutamente voltadas para profissionais graduados e pós-graduados <sup>32</sup>. A habilidade de fotografar estruturas dentárias exige um nível de técnica que pode variar de acordo com o tipo de aparelho utilizado, com o que se deseja documentar, e com a experiência do operador. O ensino de técnicas básicas de fotografia e filmagem odontológica na graduação permitiria ao aluno incorporar no cotidiano de trabalho essa ferramenta que possibilita ampliar o seu campo de visão e melhorar seu espírito crítico para auto-avaliar o seu trabalho, além de permitir a documentação de uma situação para futura comparação para acompanhar a evolução da mesma <sup>25</sup>.

O presente trabalho utilizou uma câmera DSLR, que possui maior qualidade de imagem quando comparado aos smartphones e máquinas fotográficas mais compactas. Esse é o tipo de equipamento eleito para produzir fotografias odontológicas com alto nível de qualidade <sup>33</sup>. No entanto, esse tipo de câmera é mais sensível à técnica do operador, pois demanda treino e maior noção da operação dos parâmetros, além de apresentar maior custo e a necessidade de transferência das imagens adquiridas para um computador com a finalidade de visualização das imagens em um monitor maior que o visor digital diminuto da máquina <sup>31</sup>.

Os registros fotográficos permitem um feedback objetivo por conta da ampliação de detalhes, e demonstrou de maneira clara como uma área retentiva profunda afetava a qualidade e viabilidade da odontoplastia. A imagem pôde mostrar uma

redução da espessura do término cervical quando compensada a via de inserção, e com isso ocorriam outras complicações para o prognóstico de uma prótese fixa, como espessamento da película de cimentação, perda de área retentiva das paredes axiais e espessuras de material restaurador mais irregulares <sup>34</sup>. Além disso, a fotografia proporcionou uma boa visualização complementar dos cantos mais agudos dos preparos.

A filmagem constitui o tipo de mídia digital utilizado para demonstrar técnicas e objetos em movimento. Por oferecer uma imagem dinâmica, ela possibilita a visualização de objetos em inúmeras angulações, sendo muito adequada para fornecer uma análise espacial rápida e um feedback de fácil visualização e entendimento pelo aluno <sup>35</sup>. No presente trabalho, a filmagem pôde ser utilizada para gerar um feedback a respeito da correta anatomia do preparo #1, demonstrando a espessura contínua do término cervical, assim como regularidade da superfície. A filmagem do preparo #2 mostrou a área retentiva por vestibulodistal de diversos ângulos diferentes, além de irregularidades na superfície, desgaste assimétrico do término cervical, e a inclinação desproporcional das paredes axiais.

Uma grande vantagem da filmagem frente a outras mídias eletrônicas é a possibilidade de transmitir imagens e sons em tempo real. A conexão de máquinas fotográficas ou dispositivos com câmeras pode ser feita com facilidade em equipamentos exibidores de imagem, como monitores, televisores, projetores, e transmitir demonstrações e feedbacks instantâneos individuais ou para um grupo pessoas <sup>15</sup>. No presente trabalho, todos os vídeos foram feitos a partir de um smartphone, com qualidade muito satisfatória e práticas para a visualização da odontoplastia e suas formas. As imagens foram espelhadas em tempo real na tela de um notebook para melhor visualização, proporcionando um feedback dinâmico e instantâneo, que pode ser gravado para posterior acesso. Os vídeos podem complementar a explicação de aulas, podendo melhorar o entendimento e promover um

feedback comparativo, assim como auxiliar no desenvolvimento da auto-avaliação<sup>36</sup>.

A fotografia e a filmagem oferecem imagens que, para a correta exploração tridimensional dos preparos dentários e fornecimento de uma avaliação, dependem da obtenção de imagens de diversos ângulos, e da posse do manequim e dos dentes por um período de tempo até que todos os registros sejam obtidos. Por outro lado, a tecnologia CAD permite a movimentação e visualização tridimensional de um modelo virtual obtido por meio de escaneamento, possibilitando sua manipulação no software. Ela possibilita a observação de diferentes aspectos de maneira intuitiva, por meio de cores e formas, e também a possibilidade de compartilhamento dos arquivos com softwares contendo soluções complementares. O uso de computadores facilita a repetição da habilidade a ser ensinada, oferece um ambiente controlado para o treinamento, e acessa de maneira quantitativa e objetiva a performance do aluno<sup>20</sup>.

Os trabalhos que descrevem a utilização do escaneamento 3D e da tecnologia CAD no ensino de prótese fixa envolvem principalmente a análise digital e feedback de preparos com o uso de softwares específicos para essa função voltados para ambientes educacionais<sup>7,17,37-50</sup>. Os softwares Prepcheck (Dentsply Sirona, Bensheim, Alemanha) e E4D Compare (Planmeca, Helsinki, Finlândia) são programas específicos para a análise de preparos e permitem verificações de diversos parâmetros do preparo, como ângulo de convergência das paredes axiais, espessura de desgaste, sobreposição com um preparo de referência e áreas retentivas e áreas sobre-preparadas ou sub-preparadas<sup>7,37,39,43,45-47</sup>. O software utilizado para as análises dos preparos nesse trabalho, o Cerec 4.5.2, difere dos programas utilizado em outros trabalhos por ser um software de design de restaurações clínico para prótese fixa que tem no seu workflow um menu com ferramentas para avaliar os

preparos. Apesar de oferecer meios de análise em menor quantidade e mais simples, aponta erros comuns como áreas retentivas e altura do desgaste em relação ao elemento antagonista. Posteriormente a isso, esse software permite a geração restaurações e o outras ferramentas podem oferecer parâmetros adicionais sobre avaliação do preparo em relação à viabilidade do trabalho protético, como a espessura mínima de material restaurador e espaço para a película de cimento, além de integrar conhecimentos interdisciplinares essenciais para o sucesso de uma prótese fixa <sup>51</sup>.

Inúmeras tentativas de uso da tecnologia CAD para a análise de preparos em laboratório pré-clínico foram reportadas, com diferentes graus de sucesso. Um trabalho de Callan relevou que a utilização do feedback objetivo do sistema digital para a avaliação dos preparos estimula os alunos a utilizarem essa tecnologia como uma ferramenta de instrução <sup>45</sup>. Zou mostrou que 92% dos alunos concordaram que o sistema digital oferece um guia prático, e 94,7% também concordaram que a avaliação com essa tecnologia providenciou recomendações objetivas e certas <sup>19</sup>. Outro trabalho mostrou que os grupos que foram assessorados exclusivamente pela tecnologia CAD/CAM ofereceram resultados melhores e em um número de sessões menor do que os colegas que foram auxiliados por professores com feedback visual <sup>43</sup>. Lam relatou que os alunos preferiram a análise digital frente à visual, por oferecer um feedback instantâneo e objetivo <sup>17</sup>. No estudo de Quinn, os alunos elogiaram muito o feedback instantâneo imparcial, mas criticaram a falta de contato pessoal e os programas utilizados, resultando na preferência pelo método tradicional <sup>48</sup>. Nos estudos de Buchanan, os alunos preferiram o feedback de um tutor, ou uma combinação entre este e o computador, apesar da boa aceitação da tecnologia pelos alunos <sup>49,50</sup>. No artigo de Gratton, os alunos ficaram frustrados com o tempo que tinham que esperar para utilizarem a tecnologia, pois as máquinas estavam disponíveis

em uma proporção de uma para cada dez alunos. Com isso, formava-se uma fila demorada, e por isso a maioria dos estudantes preferiram o feedback de professores, que era mais rápido <sup>7</sup>. Por fim, um outro trabalho discute que, apesar dos benefícios dessa tecnologia, ela ainda não consegue analisar aspectos não inerentes ao dente preparado, como danos a dentes adjacentes durante o preparo <sup>46</sup>.

Outras funcionalidades do sistema CAD poderiam ser aplicadas ao ensino e feedback ao aluno de prótese fixa. A própria análise e movimentação das imagens 3D, como em um vídeo, permite a visualização ampliada e tridimensional dos preparos e estruturas adjacentes <sup>8,46</sup>. A geração de uma proposta de restauração sobre o preparo do aluno pode fornecer avaliações adicionais relacionadas à qualidade do preparo, com espessuras de material inferiores à mínima determinada, assim como pontos de contato oclusais e interproximais que não permitam a correta função da prótese. O corte do dente preparado com a prótese permite a visualização da área de compensação protética sobre a área retentiva, com resultado similar à fotografia dessa área com a sonda milimetrada.

Com relação aos parâmetros de verificação de preparos mais úteis, trabalhos apontam que as análises de convergência das paredes axiais e das áreas retentivas são as mais utilizadas pelos alunos <sup>17,38</sup>. A análise das áreas retentivas mostrou grande valor, pois ilustra claramente esses pontos de interferência que, dependendo da sua profundidade, podem ser sutis ao aluno e ao professor. A visualização da área retentiva no preparo #2 com o sistema CAD mostrou a sua delimitação e profundidade, com cores que variavam de acordo com a medição. A fotografia e a filmagem mostraram os efeitos da compensação dessa área retentiva, também com imagens objetivas. As três tecnologias se mostraram eficientes para a visualização de áreas retentivas. A seleção da grade no fundo da tela, disponível no programa CAD, na fotografia na filmagem, pode auxiliar na análise e feedback

das proporções do preparo e no ângulo de convergência das paredes axiais.

As tecnologias abordadas nesse trabalho não são capazes de apontar falhas no preparo como erros críticos, que inviabilizariam o trabalho protético, como grandes e profundas áreas de retenção, paredes muito expulsivas, margens muito finas, e sub ou sobre-preparos <sup>46</sup>. Apesar de toda a intuitividade, facilidade de visualização e objetividade, elas não são capazes de determinar se o erro apresentado é clinicamente aceitável, aceitável com modificações, ou crítico, ficando isso à cargo do professor, utilizando o conhecimento e senso crítico que possui para instruir o aluno sobre o que é aceitável biologicamente ou não. O preparo #2 é um exemplo de erro crítico, pois apesar de apresentar espessura suficiente para o material restaurador, o seu formato e irregularidades exigiriam o reprepado do dente. A área retentiva com profundidade de 0,44mm, segundo o software, e a maior espessura de desgaste das paredes axiais do preparo, mostraram uma anatomia com falhas mas que possuía condições como eixo de inserção e espessura mínima de material com poucas modificações no desenho da coroa viáveis à colocação de uma restauração. O feedback fotográfico e a filmagem mostraram que para compensar as áreas retentivas e regularizar esse preparo, seria necessário o desgaste de mais estrutura dentária e, por conta do sobre-preparo já observado, clinicamente poderia significar uma exposição pulpar.

As tecnologias abordadas nesse trabalho apresentam diversas maneiras de fornecer um feedback rápido para um aluno de odontologia. A fotografia é o meio de demonstração de imagens objetivas mais utilizado e sedimentado na educação <sup>29</sup>. Ela pode ser feita de maneira prática e profissional, e exige uma técnica para obtenção de imagens ainda pouco demonstrada para alunos da graduação <sup>32</sup>. Promove um feedback eficiente para alterações indesejadas nos preparos e a verificação da qualidade geral da superfície das odontoplastias <sup>31</sup>. A filmagem

tem como maiores vantagens a obtenção, exposição de imagens e geração de feedback em tempo real e por meio da visualização de imagens tridimensionais <sup>35</sup>, e pode ser feita a partir de uma estrutura simples como smartphones e com equipamentos de uso não específicos. Ela é muito utilizada durante aulas para demonstrar técnicas e permitir a visualização tridimensional de estrutura, e vídeos podem ser acessado através de plataformas virtuais para fornecer conteúdos e feedbacks comparativos aos alunos <sup>36</sup>. O escaneamento 3D e a tecnologia CAD mostram-se ferramentas de grande valor para a educação de preparos dentários, pois oferecem a visualização tridimensional dos preparos e possibilidade de alterações dos padrões originais, fornecendo um feedback objetivo auxiliar à interpretação do operador e do tutor <sup>49,50</sup>. Esse sistema tem um alto custo de implementação, mas possibilita do seu uso em diversos fluxos e ambientes. A impossibilidade dessas tecnologias de apontar erros críticos ou a viabilidade clínica do preparo, assim como não possibilitar a demonstração de erros não inerentes ao dente preparado, como danos a dentes adjacentes durante a odontoplastia, podem ser solucionadas com o emprego auxiliar de mais de um tipo de tecnologia para gerar mais informações e um correto feedback. Esse sistema tem um alto custo de implementação, mas possibilita do seu uso em diversos fluxos e ambientes (Quadro 1).

**Quadro 1:** Quadro comparativo das funcionalidades das ferramentas

	Fotografia	Vídeo	Sistema CAD
Custo	Baixo a médio	Baixo a médio	alto
Intuitividade	Interpretação da imagem	Interpretação da imagem ao vivo	Interpretação das imagens e dos avisos e ferramentas adicionais
Necessidade de treinamento	Depende do tipo de máquina e acessórios utilizados	Depende do tipo de máquina e acessórios utilizados	Técnica de escaneamento e manipulação do software
Inclinação das paredes axiais	Visual e/ou com instrumentais	Visual e/ou com instrumentais	Ferramentas alternativas do software
Áreas retentivas	Visual e/ou com instrumentais	Visual e/ou com instrumentais	Escala de cor e mensuração
Término cervical	Visual e/ou com instrumentais	Visual e/ou com instrumentais	Manchas em amarelo e avisos
Alívio interoclusal	Visual e com o modelo em oclusão	Visual e com o modelo em oclusão	Escala de cor e mensuração
Características	São necessárias a tomada de várias imagens e o download das mesmas para visualização	Video em tempo real	Necessário o escaneamento e processamento do arquivo para poder ser manipulado

## Considerações Finais

As tecnologias abordadas nesse trabalho melhor o *feedback* fornecido aos alunos de odontologia. A fotografia, filmagem e o sistema CAD produzem um *feedback* a partir da observação e interpretação de detalhes e geometrias pelo operador a partir de registros objetivos. A filmagem tem como vantagem a reprodução de procedimentos ao vivo e a exibição de imagens dinâmicas e em tempo real, em relação à fotografia, o que permite uma visualização tridimensional do preparo. Esses dois sistemas podem ser implementados com custos de baixo a médio. O sistema CAD permite a visualização e manipulação de modelos tridimensionais, além de oferecer ferramentas complementares que podem ser utilizadas para a análise dos preparos de maneira bastante intuitiva.

## Referências:

1. Dai N, Zhong Y, Liu H, Yuan F, Sun Y. Digital modeling technology for full dental crown tooth preparation. *Comput Biol Med.* 2016 Apr 1;71:190-7.
2. Karl M, Graef F, Wichmann M, Beck N. Evaluation of tooth preparations – a comparative study between faculty members and pre-clinical students. *Eur J Dent Educ.* 2011;15:250-254.
3. Seymour KG, Samarawickrama DY, Zou L, Lynch E. Assessing the quality of shoulder preparations for metal ceramic crowns. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 1999;7:125-129.
4. Jenkins SM, Dummer PM, Gilmour AS, et al. Evaluating undergraduate preclinical operative skill: use of a glance and grade marking system. *J Dent* 1998;26(8):679-84.

5. Sharaf AA, AbdelAziz AM, El Meligy OA. Intra- and inter-examiner variability in evaluating preclinical pediatric dentistry operative procedures. *J Dent Educ* 2007;71(4):540-4. 3
6. Satterthwaite JD, Grey NJ. Peer group assessment of preclinical operative skills in restorative dentistry and comparison with experienced assessors. *Eur J Dent Educ* 2008;12(2):99-102. 4.
7. Gratton DG, Kwon SR, Blanchette D, Aquilino SA. Impact of Digital Tooth Preparation Evaluation Technology on Preclinical Dental Students' Technical and Self-Evaluation Skills. *J Dent Educ.* 2016 Jan;80(1):91-9.
8. Soares, PV. Milito, GA. Pereira, FA. Reis, BR. Soares, JC. Menezes, MS. Santos-Filho, PCF. Rapid Prototyping and 3-D-Virtual Models for Operative Dentistry Education in Brazil. *J Dent Educ.* 2013 Mar; 77(3):358-63.
9. Stieber JC, Nelson T, Huebner CE. Considerations for use of dental photography and electronic media in dental education and clinical practice. *J Dent Educ.* 2015 Apr;79(4):432-8.
10. Tsafrir J, Ohry A. Medical illustration: from caves to cyberspace. *Health Info Libr J* 2001;18(2):99-109.
11. Mandelli F; Gherlone E; Gastaldi G; Ferrari M. Evaluation of the accuracy of extraoral laboratory scanners with a single-tooth abutment model: A 3D analysis. *J Prosthodont Res.* 2017 Oct;61(4):363-370.
12. Czerninski R, Zaidman B, Keshet N, Hamburger J, Zini A . Clinical photography: Attitudes among dental students in two dental institutions. *Eur J Dent Educ.* 2019. Jan 25.
13. Desai V, Bumb D. Digital dental photography: a contemporary revolution. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2013 Sep;6(3):193-6
14. Chadwick RG, Carena AP, Hunter B, Campbell K. Evaluation of a head mounted camera for clinical dental teaching. *Br Dent J.* 2008 Jan 26;204(2):93-6.

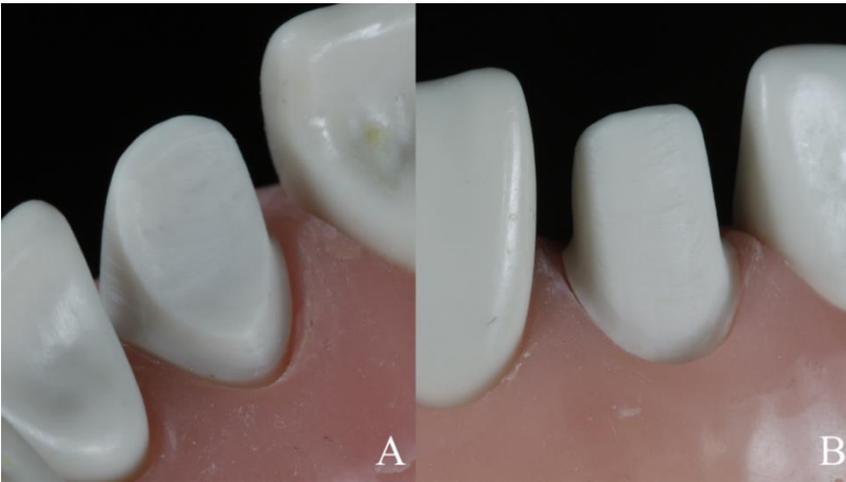
15. Robinson P B, Lee J W. The use of real time video magnification for the pre-clinical teaching of crown preparations. *Br Dent J* 2001; 190: 506-510.
16. Brimble M. Skills assessment using video analysis in a simulated environment: an evaluation. *Paediatr Nurs*. 2008 Sep;20(7):26-31.
17. Lam MT, Kwon SR, Qian F, Denehy GE. Evaluation of an Innovative Digital Assessment Tool in Dental Anatomy. *J Contemp Dent Pract*. 2015 May 1;16(5):366-71.
18. Alghazzawi. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *J Prosthodont Res*. 2016 Apr;60(2):72-84.
19. Zou, H. Jin, S. Sun. J. Dai, Y.A Cavity Preparation Evaluation System in the Skill Assessment of Dental Students. *J Dent Educ*. 2016 Aug;80(8):930-7.
20. LeBlanc, VR. Urbankova, A. Hadavi, F. A Preliminary Study of Using Virtual Reality to Train Dental Students. *J Dent Educ*. 2004 Mar;68(3):378-83
21. Al Amri M, D ; Sherfudhin, H, R ; Habib, S, R . Effects of Evaluator's Fatigue and Level of Expertise on the Global and Analytical Evaluation of Preclinical Tooth Preparation. *Journal of Prosthodontics*. 2018 aug, volume 27, issue 7, pages 636-643.
22. Rocha-Almeida, P; Reis-Campo J, C; Ramos N, V ; Vaz Mário M,A,P.; Sampaio-Fernandes J,S. Ensino pré-clínico de prótese fixa. Proposta de modelos de aprendizagem. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*. Volume 57, Issue 1, January–March 2016, Pages 21-29.
23. Hey J; Schweyen R; Kupfer, P; Beuer, F. Influence of preparation design on the quality of tooth preparation in preclinical dental education. *Journal of Dental Sciences*. 2017 March, volume 12, issue 12, pages 27-32

24. Callan, RS. Haywood, VB. Cooper, JR. Furness, AR. Looney, SW. The Validity of Using E4D Compare's "% Comparison "to Assess Crown Preparations in Preclinical Dental Education. *J Dent Educ.* 2015 Dec;79(12):1445-51
25. Ahuja RS. Dental photography as a tool for precision of education. *J Indian Prosthodont Soc.* 2018 Nov;18(suppl 2):S86.
26. Murphy RJ, Gray SA, Straja SR, Bogert MC. Student learning preferences and teaching implications. *J Dent Educ.* 2004. Aug;68(8):859–66.
27. Carr N. *The shallows: what the Internet is doing to our brains.* New York: W.W. Norton, 2011.
28. Maltar M, Miloš L, Milardović S, Kovačić I, Peršić S, Jurošl, Kranjčić J. Attitudes of the Students from the School of Dental Medicine in Zagreb towards CAD/CAM. *Acta Stomatol Croat.* 2018 Dec;52(4):322-329.
29. Terry DA, Snow SR, McLaren EA. Contemporary dental photography: selection and application. *Compend Contin Educ Dent.* 2008 Oct;29(8):432-6,438,440-2 passim;quiz 450,462.
30. Papadimitiou A, Kakail L, Pazera P, Doulis I, Kloukos D. Social media and orthodontic treatment from the patient's perspective: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2019 May 20. Pii: cjz029.
31. Casaglia A, Dominics P, Arcuri L, Gargari M, Ottria L. Dental photography today. Part 1: Basic concepts. *Oral Implantol (Rome).* 2016 Jul 23;8(4):122-129.
32. Zoltie T, Shemwood T. Instructional design of a clinical photography course for undergraduate dental students. *J Vis Commun Med.* 2019 May 10:1-5.
33. McLaren EA, Schoenbaum T. Digital Photography Enhances Diagnostics, Communication, and Documentation. *Compend Contin Educ Dent.* 2011 Nov-Dec;32 Spec No 4:36-8.

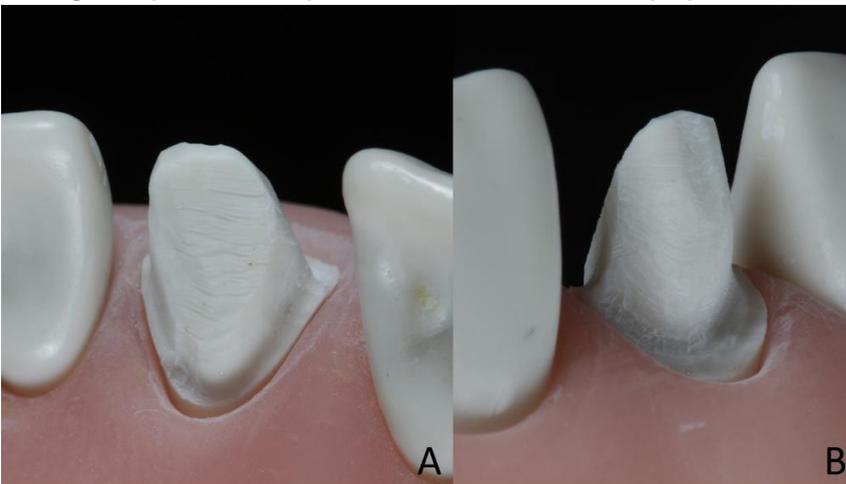
34. Marghalani TY. Frequency of undercuts and varorable path of insertion in abutments preparade for fixed dntal prostheses by preclinical dental students. *J Prosthet Dent.* 2016 Oct;116(4):564-569.
35. O'Neill A, McCall JM. Objectively assessing nursing practices: a curricular development. *Nurse Educ Today.* 1996 Apr;16(2):121-6.
36. Karim J, Marwn Y, Dawas A, Esmaeel A, Snell L. Learning knee arthrocentesis using YouTube videos. *J Clin Teach*2019 May 10.
37. Wolgin M, Grabowski S, Elhadad S, Frank W, Kielbassa AM. Comparison of a prepCheck-supported self-assessment concept with conventional faculty supervision in a pre-clinical simulation environment. *Eur J Dent Educ.* 2018 Mar 25.
38. Hamil, LM. Mennito, AS. Renné, WG. Vuthiganon, J. Dental Student's Opinions of Preparation Assessment with E4D Compare Software Versus Traditional Methods. *J Dent Educ.* 2014 Oct;78(10):1424-31.
39. Park CF, Sheinbaum JM, Tamada Y, Chandiramani R, Lian L, Lee C, Da Silva J, Ishikawa-Nagai S. Dental Students' Perceptions of Digital Assessment Software for Preclinical Tooth Preparation Exercises. *J Dent Ed.* 2017 May;81(5):597-603. doi: 10.21815/JDE.016.015.
40. Espero-Trung, LC. Elian, SN. Luz, MAAC. Development Application of a New Learning Object for Teaching Operative Dentistry Using Augmented Reality. *J Dent Educ.* 2015 Nov;79(11):1356-62.
41. Tiu J, Cheng E, Hung TC, Yu CC, Lin T, Schwass D, Al-Amleh B. Efectiveness of Crown Preparation Assessment Software as an Educational Tool in Simulation Clinic: A Pilot Study. *J Dent Educ.* 2016 Aug;80(8):1004-11.
42. Sly MM, Barros JA, Streckfus CF, Arriaga DM and Patel SA. *J Denl Educ.* December 2017, 81 (12) 1457-1462.

43. Callan, RS. Cooper, JR. Young, nb. Mollica, AG. Furness, AR. Looney, SW. Inter- and Intrarater Reliability Using Different Software Versions of E4D Compare in Dental Education. *J Dent Educ.* 2015 Jun;79(6):711-8.
44. Hey, J; Kupfer, P; Urbanek, M; Beuer, F. Objective Analysis of Preparations in Dental Training: Development of Analytical Software. *International Journal of Computerized Dentistry.* inter 2013 Volume 16 , Issue 4, pages: 317-325.
45. Callan, RS. Blalock, JS. Cooper, JR. Coleman, JF. Looney, SW. Reliability of CAD CAM Technology in Assessing Crown Preparations in a Preclinical Dental School Environment. *J Dent Educ.* 2014 Jan;78(1):40-50.
46. Callan, RS. Haywood, VB. Cooper, JR. Furness, AR. Looney, SW. The Validity of Using E4D Compare's "% Comparison "to Assess Crown Preparations in Preclinical Dental Education. *J Dent Educ.* 2015 Dec;79(12):1445-51.
47. Callan RS, Palladino CL, Furness AR, Bundy EL, Ange BLEffectiveness and feasibility of utilizing E4D technology as a teaching tool in a preclinical dental education environment. *J Dent Educ.* 2014 Oct;78(10):1416-23.
48. Quinn F, Keogh P, McDonald A, Hussey D. A pilot study comparing the effectiveness of conventional training and virtual reality simulation in the skills acquisition of junior dental students. *Eur J Dent Educ* 2003;7(1):13-9.
49. Buchanan JA. Experience with virtual reality-based technology in teaching restorative dental procedures. *J Dent Educ* 2004;68(12):1258-65.
50. Buchanan JA. Use of simulation technology in dental education. *J Dent Educ* 2001;65(11):1225-31.
51. Zaruba M, Mehl A. Chairside systems: a current review. *Int J Comput Dent.* 2017;20(2):123-149.

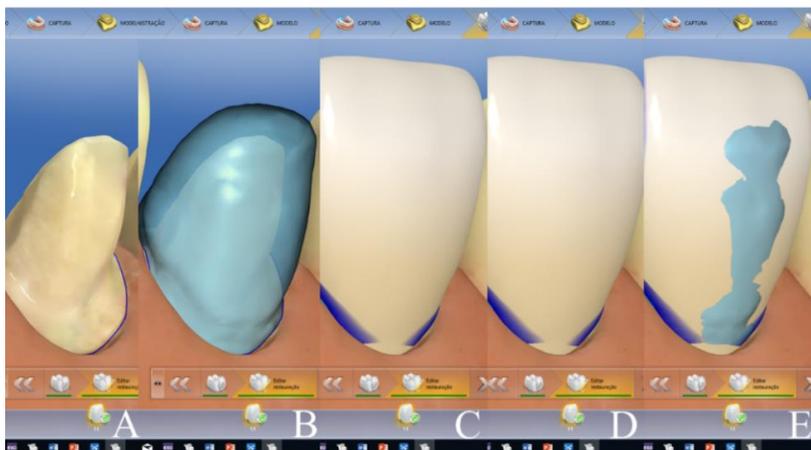
## Anexos



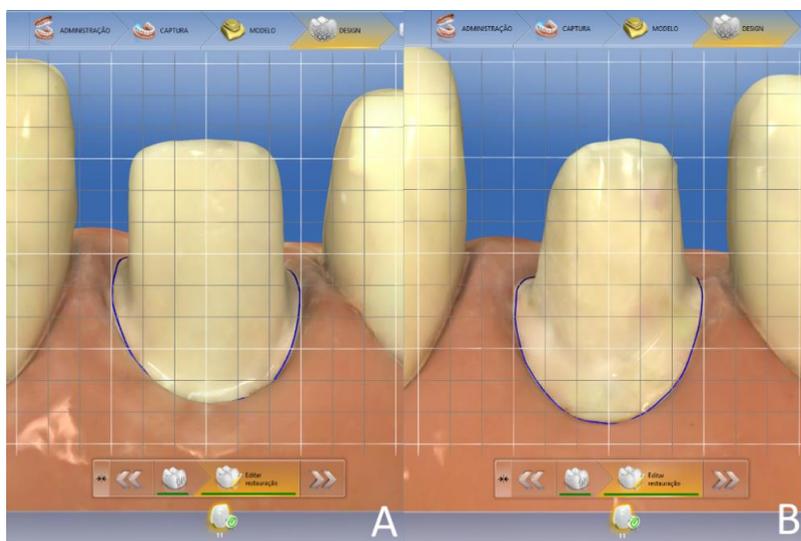
**Figura 7.)** Vistas disto-palatina e mesio-vestibular do preparo #1



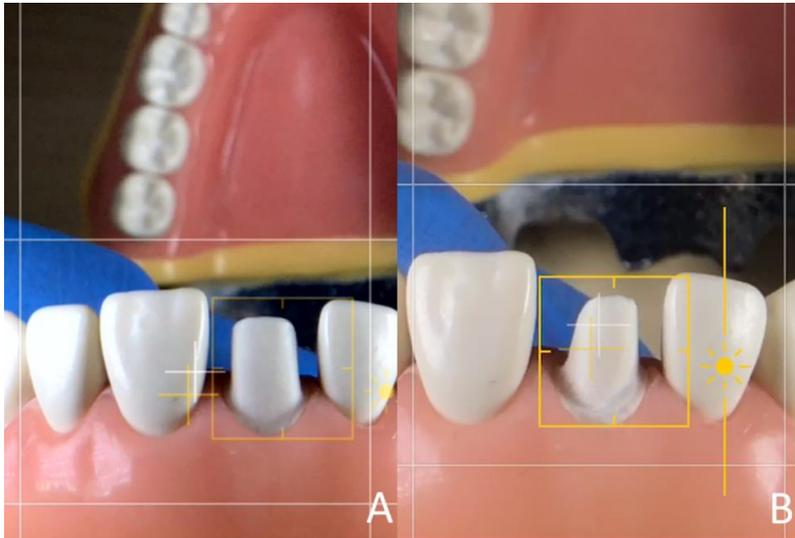
**Figura 8.)** Vistas mesio-palatina e mesio-vestibular do preparo #2



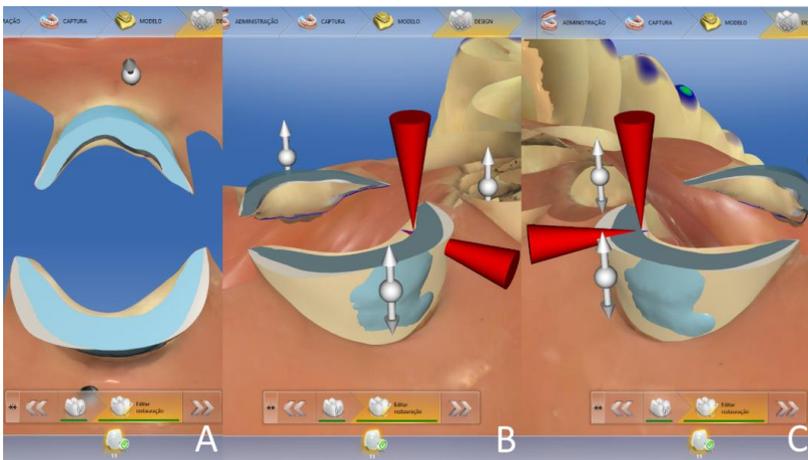
**Figura 9.** A.) Preparo#2; B.) contorno da espessura mínima de 1,0mm; C.) proposta com espessura mínima de 0,3mm; D.) proposta com espessura mínima de 0,5mm; E.) proposta com espessura mínima de 1,0mm.



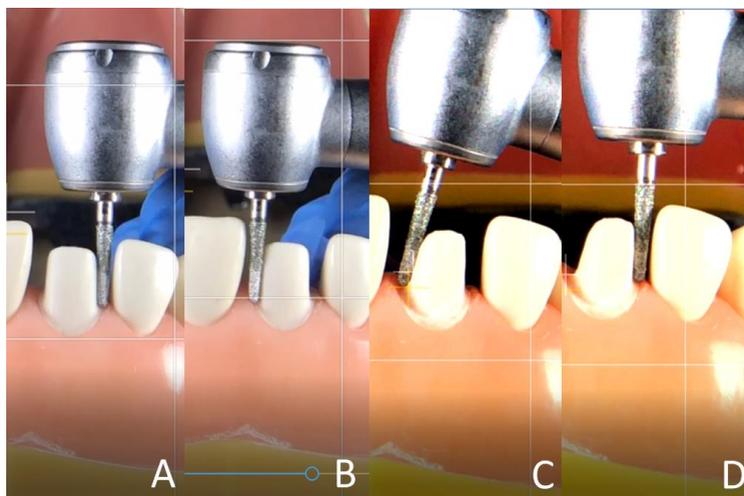
**Figura 10.** A.) Ferramenta “modo de grade” para análise da convergência das paredes axiais dos preparos #1; B.) Ferramenta “modo de grade” para análise da convergência das paredes axiais dos preparos #2.



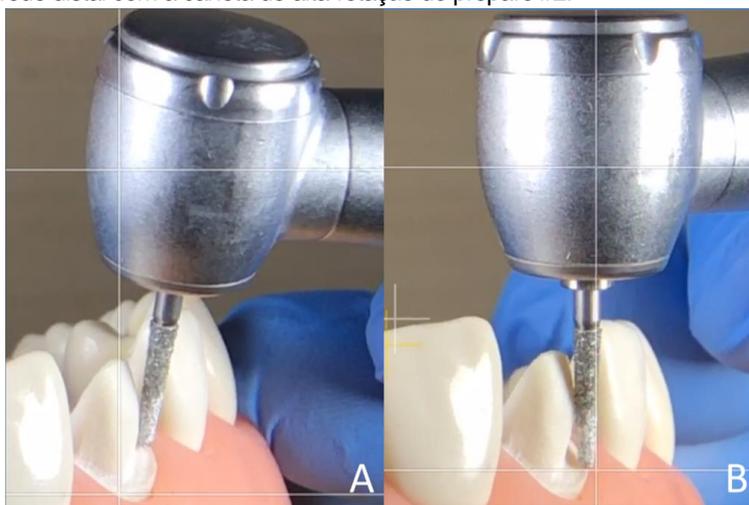
**Figura 11. A.)** Filmagem com a grade ao fundo para checar a convergência das paredes axiais do preparo #1; **B.)** Filmagem com a grade ao fundo para checar a convergência das paredes axiais do preparo #2.



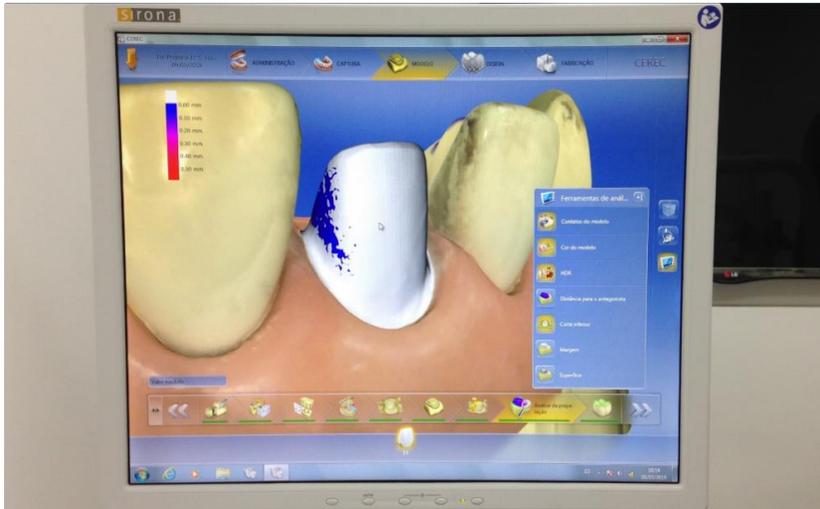
**Figura 12. A.)** Ferramenta “corte” no preparo #2; **B.)** Mensuração da distância de 0,47mm entre a parede interna da restauração e a o preparo na altura da área de retenção disto-vestibular; **C.)** Mensuração da distância de 0,25mm entre a parede interna da restauração e a o preparo na altura da área de retenção mesio-vestibular.



**Figura 13. A.)** Filmagem com a verificação da inclinação da parede distal com a caneta de alta-rotação do preparo #1; **B.)** Filmagem com a verificação da inclinação da parede mesial com a caneta de alta-rotação do preparo #1; **C.)** Filmagem com a verificação da inclinação da parede mesial com a caneta de alta-rotação do preparo #2; **D.)** Filmagem com a verificação da inclinação da parede distal com a caneta de alta-rotação do preparo #2.



**Figura 14. A.)** Filmagem para análise da angulação da área retentiva com a alta-rotação do preparo #2; **B.)** filmagem com a compensação da área retentiva com a alta-rotação do preparo #2.



**Figura 15.)** Software Cerec 4.5.2 aberto no menu “ferramentas de análise de preparo”.

## Normas da Revista

### Submission Guidelines and Instructions

#### I. Types of Manuscripts Considered and Requirements for Each

The Editor will consider the following types of manuscripts for publication:

Submissions for Peer Review: • Original Articles (see below for categories within this type) • Review Articles

Solicited or Pre-approved by the Editor: • Guest Editorials (solicited by the Editor) • Letters to the Editor (solicited or pre-approved by the Editor) • Perspectives (pre-approved by the Editor) • Brief Communications (pre-approved by the Editor) • Point/Counterpoint (solicited by the Editor)

Special Reports: • Miscellaneous (submitted by ADEA staff)

Submissions for Peer Review 1. Original Articles This type of article addresses subject matter in the following categories:

- a. Predoctoral Dental Education
- b. Advanced Dental Education
- c. Allied Dental Education
- d. Interprofessional Education
- e. Community-based Dental Education
- f. Global Dental Education—Manuscripts pertaining to global health education or issues pertinent to the global dental education community. (Not intended solely for submissions from international authors. International authors should submit manuscripts under pertinent topic areas provided in this section.)
- g. Use of Technology in Dental Education
- h. Assessment
- i. Faculty Issues/Development
- j. Continuing Education

Original Articles should report the results of hypothesis-based research studies and may be either qualitative, quantitative or of a mixed methods nature. Manuscripts must address how the findings advance our understanding of the questions asked in the study and make a novel contribution to the literature. The limitations of the study should also be addressed. Small studies of local relevance/interest, limited to one class/course, or small course/student-based surveys may not meet the criteria to be published as an Original Article.

Original Articles should be no more than 3,500 words, excluding the abstract, illustrations and references. A maximum of six figures and tables can be submitted (the

figures can be multi-panel), and the number of references should not exceed 50 (unless the article is a systematic review).

Original Articles should have the following general organization (see “Document Preparation, Organization and Formatting” below for more detailed instructions):

**Title:** An informative and concise title limited to 15 words with no more than 150 characters.

**Abstract:** For research studies, a structured abstract of no more than 250 words should be submitted with the following subheads: **Purpose/Objectives:** Briefly summarize the issue/problem being addressed. **Methods:** Describe how the study was conducted. **Results:** Describe the results. **Conclusion(s):** Report what can be concluded based on the results, and note implications for dental education. Abstracts for other types of manuscripts should be in paragraph form, with no subheads.

**Introduction:** Provide a succinct description of the study’s background and significance with references to the appropriate published literature. Detailed literature review/discussion should be reserved for the discussion section. Include a short paragraph outlining the aims of the study.

**Materials and Methods:** A statement that the study has been approved or exempted from oversight by a committee that reviews, approves and monitors studies involving human subjects **MUST** be provided at the beginning of this section, along with the IRB protocol number.

In this section, provide descriptions of the study design, curriculum design, subjects, procedures and materials used, as well as a description of and rationale for the statistical analysis. If the design of the study is novel, enough detail should be given for other investigators to reproduce the study. References should be given to proprietary information.

**Results:** The results should be presented in a logical and systematic manner with appropriate reference to tables and figures. Tables and figures should be chosen to illustrate major themes/points without duplicating information available in the text.

**Discussion:** This section should focus on the main findings in the context of the aims of the study and the published literature. The authors should avoid an extensive review of the literature and focus instead on how the study's findings agree or disagree with the hypotheses addressed and what is known about the subject from other studies. A reflection on new information gained, new hypotheses and limitations of the study should be included, as well as guidance for future research.

**Conclusion:** The article should end with a short paragraph describing the conclusions derived from the findings and implications of the study for dental education.

**Acknowledgments:** The acknowledgments should report all funding sources, as well as any other resources used or significant assistance.

**Disclosure:** Authors must disclose any financial, economic or professional interests that may have influenced the design,

execution or presentation of the scholarly work. If there is a disclosure, it will be published with the article.

## II. Requirements and Policies for Submitted Manuscripts

The JDE considers only manuscripts that are in MS Word and submitted electronically (see “Submission and Production Procedures” below for the submission process). All manuscripts submitted to the journal should follow the “Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals,” compiled and published by the International Committee of Medical Journal Editors (ICJME). Authors are also encouraged to refer to the code on good publication practice produced by the Committee on Publication Ethics.

**No Prior Publication or Duplicate Submissions.** Manuscripts are considered for publication only if they are not under consideration by other journals and have not been published previously in the same or substantially similar form. Submitting authors should attest to their compliance with this requirement in their cover letters. Should a prior or duplicate publication be discovered, the Editor will address the matter with the affected author/s and the other journal’s editor following guidelines published by the ICJME and by the Committee on Publication Ethics.

**Plagiarism.** Plagiarism is a violation of scholarly standards and will not be tolerated. If a case of plagiarism is alleged or discovered, the Editor will address it with the affected author/s, following ICJME guidelines. Authors should exercise extreme care in quoting or paraphrasing material from published sources, so as not to risk plagiarism.

**Conflict of Interest.** A conflict of interest exists when professional judgment concerning a primary interest may be influenced by secondary interests (professional, personal, financial, etc.). Forms declaring any conflict of interest must be submitted for each author when the manuscript is submitted for consideration. The form can be found on ScholarOne Manuscripts in the upper right-hand corner under “Instructions & Forms.”

**Human Subjects.** It is the author’s responsibility to obtain approval or exempt status from his or her institution’s Institutional Review Board for studies involving human subjects; this approval or exempt status must be mentioned at the very beginning of the Methods section. Failure to meet these requirements is likely to place the manuscript in jeopardy and lead to a rejection.

**Editorial Assistance.** Manuscripts considered for submission must be written in standard academic English that is comprehensible to English-speaking readers. The American Medical Writers Association (AMWA) offers a Freelance Directory with contact information for editors who provide assistance in the writing of medical literature, especially for authors whose first language is not English. Please visit their website for further information.

### III. Document Preparation, Organization and Formatting

Manuscripts submitted for consideration should be prepared in the following parts, each beginning on a new page: Title page  
Abstract and keywords  
Text  
Acknowledgments  
References  
Tables  
Figures  
Figure titles if figures are provided as images

**Blinding.** Both blinded and non-blinded manuscripts should be prepared once the original manuscript has been completed. All institutional references should be removed from the body of the manuscript to produce the blinded version; please indicate in the file name which version is blinded.

**Document Format.** Create the documents on pages with margins of at least 1 inch (25 mm) and left justified with paragraphs indented with the tab key, not the space bar. Use double-spacing throughout and number the pages consecutively. Do not embed tables and figures in the body of the text but place them after the references; include callouts for each table or figure in the text (e.g., see Table 1). Unless tables vary significantly in size, include all in one document. If any figures are large files, submit them as separate documents.

**Title Page.** The title page should carry 1) the title, which should be concise but descriptive, limited to 15 words and no more than 150 characters; 2) first name, middle initial and last name of each author, with his or her professional and/or graduate degrees (if no professional or graduate degrees, provide undergraduate degree); 3) an affiliations paragraph with the name of each author or coauthor and his or her job title, department and institution, written in sentence style; 4) disclaimers if any; 5) name, address, phone and email of author responsible for correspondence about the article and requests for reprints; and 6) support or sources in the form of grants, equipment, drugs, etc. See published articles for examples.

Individuals listed as authors must follow the guidelines established by the ICMJE: 1) substantial contributions to

conception and design, or acquisition of data or analysis and interpretation of data; 2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content; and 3) final approval of the version to be published. It is the submitting author's responsibility to make sure that authors have agreed to the order of authorship prior to submission.

**Abstract and Key Words/MeSH terms.** The second page should carry the title and an abstract of no more than 250 words. For research studies, the abstract should be in the structured form described above. Abstracts should be written in the third person, and references should not be used in the abstract. The abstract should include the year of the study and, for survey-based research, the response rate. Below the abstract, provide three to five key words or phrases that will assist indexers in cross-indexing the article and will be published with the abstract. At least three terms should come from the Medical Subject Headings listed at the National Library of Medicine. Guidelines for words found in the Medical Subject Headings can be found here. Authors should confirm these terms still exist in the Index Medicus or should search for more accurate terms if not found in our list. NOTE: Authors will also be prompted to identify Key Words when submitting their manuscripts in ScholarOne. These Key Words may differ from the items presented here. The Key Words identified in ScholarOne are generated from a list that will best match the submitted manuscript to a Peer Reviewer with expertise in the area(s) identified.

**Text.** Follow American (rather than British) English spelling and punctuation style. Spell out numbers from one to ninety-nine, with the exception of percentages, fractions, equations, numbered lists and Likert scale numbers. The body of the manuscript should be divided into sections preceded by

appropriate subheads. Major subheads should be typed in capital letters at the left-hand margin. Secondary subheads should appear at the left-hand margin, be typed in upper and lower case and be boldfaced. Tertiary subheads should be typed in upper and lower case and be underlined. For authors whose first language is not English, please use a medical writer or a native English-speaking colleague to edit the manuscript prior to final submission. Manuscripts will be rejected prior to peer review if there are numerous usage or grammatical errors.

Please Note: In preparing the main document for submission, save the original file with the word “unblinded” at the end of the file name. Please also remove all author names and affiliated institutions from the original manuscript, and save this version with the word “blinded” at the end of the file name.

References. Number references consecutively in the order in which they are first mentioned in the text. Each source should have one number, so be careful not to repeat sources in the reference list. Identify references by Arabic numerals, and place them in the text as superscript numerals within or at the end of the sentence. Do not enclose the numerals in parentheses, and be sure to follow American rather than British or European style conventions (e.g., the reference number follows rather than precedes commas and periods). Two important reminders: 1) references should not be linked to their numbers as footnotes or endnotes and 2) references to tables and figures should appear as a source note with the table/figure, not numbered consecutively with the references for the article.

Follow the style of these general examples. Titles of journals should be abbreviated according to the Index Medicus style.

Do not use italics or boldface anywhere in the references. If the publication has one to four authors, list all of them; if there are more than four authors, list the first three followed by et al.

Book 1. Avery JK. Essentials of oral histology and embryology: a clinical approach. 2nd ed. St. Louis: Mosby, 2000. Chapter in an Edited Volume 2. Inglehart MR, Filstrup SL, Wandera A. Oral health and quality of life in children. In: Inglehart MR, Bagramian RA, eds. Oral health-related quality of life. Chicago: Quintessence Publishing Co., 2002:79-88. Article in a Journal 3. Seale NS, Casamassimo PS. U.S. predoctoral education in pediatric dentistry: its impact on access to dental care. J Dent Educ 2003;67(1):23-9. Report 4. Commission on Dental Accreditation. Accreditation standards for dental education programs. Chicago: American Dental Association, 2010. Web Source 5. American Dental Hygienists' Association. Position paper: access to care. 2001. At: [www.adha.org/profissues/access\\_to\\_care.htm](http://www.adha.org/profissues/access_to_care.htm). Accessed: November 27, 2012.

Figures. Figures may be charts or graphs, photographs, or scientific images; any illustration that consists of text should be called a table (see below). Each figure should have a title, numbered consecutively with Arabic numerals in the order in which they appear in the text. Figures may be provided pasted into an MS Word document or as a separate TIFF or JPEG. Do not put the title on the image itself. Rather, if the image is in a Word document, place the title below the image; if the image is in a TIFF or JPEG, provide the figure titles in a list at the end of the manuscript. For graphs, be sure to label both axes. Include a key to symbols, patterns or colors in the figure either as a legend on the image or as a note below the figure. Any sources should appear in a Source note below the figure.

Remember that the total number of figures and tables submitted with an article must not exceed six.

Figures should be used selectively to illustrate major points that cannot be expressed well in textual format. Authors should be able to articulate (for themselves, not as part of the submission) why a figure is necessary and what it adds to the understanding of the points made in the manuscript. Figures should be of the highest possible quality— typically 1,000 dots per inch (dpi) for monochromatic images and 600 dpi for images including halftones. Illustrations should not exceed 8½ x 11 inches, and all lettering should be at least 1½ mm high. If your article is accepted, we may request illustrations in higher resolution than those you've submitted.

Display of Quantitative Information: JDE readers expect authors to employ the highest standards of information design to display information in figures. It is recommended to review the seminal work by Edward R. Tufte, "The Visual Display of Quantitative Information," before designing figures that display quantitative information: Tufte, Edward R., *The visual display of quantitative information*. 2nd ed. Cheshire, Connecticut: Graphics Press; 2001, ISBN-13: 978-0961392147.

Illustrations: Illustrations should be employed to showcase complex relationships that can be explored by the reader to gain additional insight beyond what was already presented in the manuscript. While illustrations are part of the manuscript, they need to fulfill a purpose for themselves and must have value as standalone elements—telling a particular story or showcasing a relationship not easily expressed in words. It is recommended to review works on information design, such as *The Functional Art: an Introduction to Information Graphics and Visualization* by Alberto Cairo, before designing

illustrations: PeachPit Press, 2012, ISBN-13: 978-0321834737.

Figure Checklist: 1. Planning: • Small, noncomparative and highly labeled data sets belong in tables rather than figures. • Show data variations, not design variations. • The number of information-carrying (variable) dimensions depicted should not exceed the number of dimensions in the data; i.e., no 3D bars for pocket depths in mm. • Above all else show the data (data ink) not design variations. • Range frame should replace non-data-bearing frame. • The same ink should often serve more than one graphical purpose. • Organize and order the flow of graphical information presented to the eye. (adapted from E. Tufte: The visual display of quantitative information.)

2. Design: • Variations in font size reflect importance and have meaning. • Data sets are labeled directly, avoiding cognitive overhead for the reader to decode patterns or shades. • All symbols (\*, #, etc.) are explained in the legend.

3. Execution: • All source files are available on request, and minimal resolution guidelines have been followed. • If JPEG images or other compressed formats are used, export has been done with maximal quality setting. • Color is not used. • Vector graphics are preferred (using drawing or illustration programs such as Adobe Illustrator).

Tables. Each table should have a title, numbered consecutively with Arabic numerals in the order in which they appear in the text. All tables should be in column format. Arrange column headings so that their relation to the data is clear. Indicate explanatory notes to items in the table with symbols or letters (note that asterisks should be used only with p-values) or in a general note below the table. Any sources

should appear in a Source note below the table. All percentages in tables should include the % sign.

Note that tables may be uploaded in PDF form for initial consideration and peer review; however, tables must be uploaded as MS Word documents for final review and, if accepted, for production. Remember that the total number of figures and tables submitted with an article must not exceed six.

Permissions. Any aspect of the article that is not the author's original work (e.g., figures or tables from other publications) must be fully credited to the original publication. It is the author's responsibility to acquire permission to reprint the material and pay any fees. Evidence of required permissions must be in the author's hands before the article can be published.

Manufacturers. Manufacturers of equipment, materials and devices should be identified with the company name and location in parentheses immediately after the first mention.

Commercial Products. Do not use brand names within the title or text, unless the paper is comparing two or more products. If identification of a product is needed, a generic term should be used and the brand name, manufacturer and location (city/state/country) mentioned in parentheses.

#### IV. Submission and Production Procedures

Submissions should be made via the ScholarOne system, following these steps:

1. Launch your web browser and go to the JDE's submission homepage at <http://mc.manuscriptcentral.com/jdentaled>.

2. Log-in, or click the “Register here” option if you are a first-time user of ScholarOne Manuscripts. Follow the instructions to create a new account. If you have forgotten your login details, go to “Password Help” on the journal’s ScholarOne Manuscripts homepage and enter your email address. You will be sent instructions on how to reset your password.

3. Prior to starting the process of submission, please review your manuscript against the Author Submission Checklist and make sure you have the following items prepared for uploading:

- a) Separate title page (with all author information/titles as requested)
- b) Original manuscript (NOTE: MeSH terms must be provided as requested after abstract)
- c) Blinded version of manuscript as described
- d) Figures
- e) Tables
- f) IRB letter
- g) Conflict of interest form

4. After logging in, select “Author Center.” Click the “Submit a Manuscript” link. Enter data and answer questions as prompted. Click on the “Next” button on each screen to save your work and advance to the next screen. Keep advancing until you reach the “upload” page. 5. To upload your files, click on the “Browse” button, locate the file on your computer and select the appropriate designation. Click the “Upload” button when all files have been selected. Please review your submission (in both PDF and HTML formats) before sending to the Editor. Click the Submit button.

Review Process. Manuscripts submitted as Original Articles, Perspectives, Brief Communications and Review Articles will be peer-reviewed by individuals, selected by the Editor or Associate Editor, who have expertise and experience pertinent

to the topic. The journal follows a blind peer review process. The Editor and/or Associate Editor also review all manuscripts. The review process can take up to four months.

**From Review to Acceptance.** If the manuscript is accepted or changes are recommended, it will be returned to the author with the reviewers' comments for the author's responses and revisions. After the author has made changes, the manuscript is returned for final review to the Editor. If the Editor finds it acceptable, he notifies the author of its formal acceptance and assigns it to an issue. Currently, the time from acceptance to publication is approximately eight to ten months.

**Agreement to Publish.** On acceptance or provisional acceptance of the manuscript for publication, the author will be asked to sign a publication agreement, which must be signed and submitted before the article is published. This form is a legal document specifying that the article is original and that the author holds all rights in it and grants the journal the exclusive first serial rights to it, for both paper and online publication. If the article is coauthored, all authors must sign the agreement.

**Page Proof Review.** Corresponding authors will receive page proofs of their articles by email from the Managing Editor. Corresponding authors should remember to update their email addresses in ScholarOne if it changes after the article is accepted. Changes at the page proof stage will be limited to correction of errors and updates to authors' titles or institutions. Authors will typically have two to three business days to review their proofs.

**Reprints and Permissions.** Authors are given the opportunity to order reprints of their articles and are urged to do so at the

time the issue is printed for the most timely and efficient service; however, reprint orders will be accepted at any time after the issue is published. The price of reprints varies with the page count of the article and the quantity of reprints ordered. The Managing Editor sends detailed information and an order form to the corresponding author with the article proofs. A copy of an individual article may also be acquired online, whether by the authors or other readers, by visiting the JDE website. Electronic versions can also be downloaded if you are a subscriber or have access to the JDE through a library. The JDE permits the photocopying of articles for the noncommercial purpose of educational and scientific advancement.