



Ricardo Ozores Junior

TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO
MODELOS PROTOTIPADOS COMO ALTERNATIVA PARA O ENSINO EM
RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA

Santa Maria, RS

2020

Ricardo Ozores Junior

**MODELOS PROTOTIPADOS COMO ALTERNATIVA PARA O ENSINO EM
RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA**

Trabalho final de graduação (TFG) apresentado ao Curso de Odontologia, Área de Ciências da Saúde, da Universidade Franciscana - UFN, como requisito parcial para aprovação na disciplina de TFG II.

Orientador: Giuliano Omizzolo Giacomini

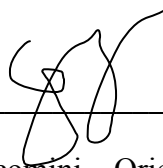
Santa Maria, RS

2020

Ricardo Ozores Junior

**MODELOS PROTOTIPADOS COMO ALTERNATIVA PARA O ENSINO EM
RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA**

Trabalho final de graduação (TFG)
apresentado ao Curso de Odontologia, Área de
Ciências da Saúde, da Universidade
Franciscana - UFN, como requisito parcial
para aprovação na disciplina de TFG II.



Prof. Ms Giuliano Omizzolo Giacomini – Orientador (Universidade Franciscana)



Prof. Ms Leticia Dias Machado (Universidade Franciscana)



Prof. Ms Daniel Meyne Flores (Universidade Franciscana)

Aprovado em ____ de _____ de _____.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente e acima de tudo, quero agradecer meus pais, por sempre estarem comigo nas realizações da minha vida, sem eles nada disso seria possível. Agradecer também, à minha família, por darem forças e me motivar a sempre seguir em frente.

Agradeço o Rafael, por desde a clínica 1 ser minha dupla, aprendemos muito juntos nessa caminhada da graduação e sou imensamente grato pela amizade dele. Também quero agradecer o Felipe, por ter sido um grande amigo e parceiro na graduação. Agradeço o restante dos meus colegas, pois cada um contribuiu um pouco para minha formação.

Agradeço muitíssimo o Giuliano, por me orientar e dar rumo ao meu trabalho e ao João, por me ajudar e se dispor a imprimir as peças do protótipo.

Agradeço à banca, Leticia e Daniel, que sempre foram um exemplo para mim e que eu me espelho bastante como profissional.

Aos meus amigos, fora do ambiente acadêmico por me apoiarem e motivarem a continuar a faculdade.

E ao restante dos professores da faculdade, que contribuíram para um todo na minha formação.

RESUMO

A prototipagem rápida é um meio eficiente para obtenção de modelos 3D de pacientes, regiões anatômicas e objetos. O objetivo do presente artigo é apresentar um modelo 3D prototipado desenvolvido para o treinamento das técnicas radiográficas intrabucais. Um arquivo STL de crânio foi manipulado em softwares de segmentação (Meshmixer e Netfabb) e impresso por deposição de material fundido. Os ossos componentes do protótipo foram impressos separadamente com filamento de PLA (ácido poliláctico) e unidos por meio de aquecimento e colagem. As radiografias intrabucais do protótipo foram realizadas com equipamento Gnatus Timex 70E (Gnatus, Barretos, São Paulo), com o uso de posicionadores Indusbello (Londrina, Paraná) e filme Radiográfico Insight (Carestream, Rochester, NY). As imagens radiográficas realizadas no protótipo mostraram-se satisfatórias para permitir a representação de cada região anatômica, considerando a geometria das projeções intrabucais. A utilização da prototipagem 3D para o ensino e treinamento de técnicas radiográficas intrabucais se apresenta como uma alternativa para fabricação de modelos 3D, aliando qualidade da projeção radiográfica e custo acessível.

Palavras-chave: Impressão Tridimensional. Radiografia Dentária. Ensino.

ABSTRACT

Rapid prototyping is an effective way to obtain 3D models of patients, anatomical regions, and objects. The objective of the present article is to present a 3D prototyped model developed for the training of intraoral radiographic techniques. A skull STL file was manipulated in segmentation software (Meshmixer and Netfabb) and printed by fused deposition modelling. Each bone of the prototype skull was printed separately, using PLA (polylactic acid) filament, and bonded together by heating and bonding. The intra-oral x-rays of the prototype were performed Gnatus Timex 70E equipment (Gnatus, Barretos, São Paulo), using Indusbello positioners (Londrina, Paraná) and Radiographic film Insight (Carestream, Rochester, NY). The radiographic images performed in the prototype were satisfactory, allowing the representation of each anatomic region, considering the geometry of the intraoral projections. The use of 3D rapid prototyping for intraoral radiographic techniques teaching and training presents itself as an accessible alternative for the production of 3D models, combining quality of the radiographic projection and affordable cost.

Key-words: Printing, Three-Dimensional. Radiography, Dental. Teaching.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 OBJETIVOS.....	8
1.1.1 Objetivo geral.....	8
1.1.2 Objetivos específicos.....	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 TECNOLOGIAS E MATERIAIS DE IMPRESSÃO.....	10
2.1.1 Modelagem de deposição de material fundido (Fused deposition modelling - FDM)....	13
3 METODOLOGIA.....	14
4 RESULTADOS.....	16
5 DISCUSSÃO.....	21
6 CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

A Tecnologia de impressão tridimensional (3D), também conhecida como prototipagem rápida, foi demonstrada pela primeira vez em 1986, desde então, essa técnica inovadora atraiu atenção significativa, principalmente nas especialidades cirúrgicas de cabeça e pescoço, maxilofacial, otorrinolaringologia e cirurgia plástica, devido à sua capacidade de criar construções complexas com alta precisão (ALDAADAA, 2018).

Do ponto de vista mecânico, as impressoras 3D geralmente são dispositivos robóticos bastante simples, aliado ao software de desenho auxiliado por computador (CAD) que permite que objetos e até conjuntos inteiros sejam projetados em ambiente virtual (DAWOOD, 2015).

O uso bem-sucedido da impressão 3D avançou acentuadamente nos últimos anos, com a disponibilidade comercial de instalações e scanners de impressão 3D e a construção de projetos auxiliados por computador (BOONSIRIPHANT, 2018).

Nesse contexto, verificou-se a possibilidade de utilizar a prototipagem em novas metodologias para educação. Ao trabalhar com simuladores, estagiários podem praticar repetidamente técnicas e gerenciar complicações até obterem experiência na realização a operação simulada. Com mais evidências apoiando os benefícios e a precisão da impressão 3D, é possível que os protótipos sejam impressos para planejar procedimentos e simular situações clínicas, melhorando assim resultados no ensino e no atendimento a pacientes (BADASH, 2016).

Atualmente os modelos para treinamento radiográfico odontológico, apresentam alto custo e dificuldades para representações anatômicas, sendo esta uma desvantagem para o ensino. A fim de orientar estudos práticos de acadêmicos em seu primeiro contato na disciplina de radiologia, houve a necessidade de oferecer um mínimo de proficiência aos alunos para evitar exposições desnecessárias em função de erros radiográficos cometidos durante as tomadas radiográficas e sobre a importância de dominar a anatomia radiográfica.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Produzir modelos prototipados como alternativa para o ensino de radiologia odontológica para alunos da graduação da Universidade Franciscana.

1.1.2 Objetivos específicos

- Desenvolver um protótipo que abranja anatomia e acidentes anatômicos de maxila e mandíbula, para o ensino da radiologia.
- Desenvolver um protótipo com capacidade de representação radiográfica.
- Demonstrar a praticidade e as vantagens da impressão 3D.
- Salientar a vantagem na relação custo/benefício desse método.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O conhecimento da anatomia dental é fundamental para a prática de qualquer ramo da odontologia e constitui parte importante dos currículos das escolas de odontologia. A introdução e desenvolvimento de software 3D, técnicas de escaneamento e impressão permitem a visualização e criação de modelos anatômicos virtuais e reais, que dão aos alunos a oportunidade de aprender anatomia em detalhes e treinar para procedimentos odontológicos quantas vezes forem necessárias (CANTIN, 2015).

A utilização de peças cadavéricas no ensino gera preocupações crescentes e impedem que os alunos em fases pré-clínicas obtenham experiência adequada. Nesse contexto, a impressão 3D pode servir como um complemento ideal para estes estudos, evitando desafios que envolvam aquisição de amostras, saneamento e ética (CHEN, 2017).

No estudo da anatomia, o reconhecimento da estrutura, supera o conhecimento teórico, o que por sua vez demonstra a importância do desenvolvimento de um modelo de crânio 3D para auxiliar o aprendizado de estruturas anatômicas sofisticadas de maneira relativamente barata, conveniente e facilmente acessível. No aprendizado de estruturas mais complexas e detalhadas, como cavidade orbital, ossos temporais multicomponentes, seios maxilares e dentes, os modelos prototipados apresentam confiabilidade para o ensino e o treinamento de procedimentos (CHEN, 2017).

2.1 TECNOLOGIAS E MATERIAIS DE IMPRESSÃO

Existem muitas tecnologias de impressão diferentes, cada uma com suas próprias vantagens e desvantagens (Tabela 1). Infelizmente uma característica comum dos equipamentos mais funcionais e produtivos é o alto custo dos equipamentos e dos materiais e a manutenção do mesmo. Contudo, a busca por uma prototipagem de ótimo custo-benefício para desenvolver recursos na educação em saúde é possível (DAWOOD, 2015).

Tabela 1: Modalidades e materiais de impressão 3D

Técnicas	Vantagens	Desvantagens
Resina fotopolimerizada		
1 - Estereolitografia (SLA) Camada por camada polimérica sensível à luz por camada por laser de varredura em uma cuba de polímero líquido.	Fabricação rápida. Abre para criar formas complexas com alta resolução de recursos. Materiais de menor custo se usados a granel.	Disponível apenas com polímeros líquidos curáveis por luz. Os materiais de suporte devem ser removidos. A resina é suja e pode causar sensibilização da pele e pode ser irritante por contato de inalação. Não pode ser esterilizado a quente. Alto custo.
2 - Photojet - O polímero sensível a luz é injetado sobre uma plataforma de construção de um cabeçote de impressão do tipo jato de tinta e curado camada por camada em uma plataforma descendente incremental.	Relativamente rápido. Possível acabamento de alta resolução e alta qualidade.	Pode ser difícil remover completamente o material de suporte tenaz. O material de suporte pode causar irritação na pele. Não pode ser esterilizado a quente. Materiais de alto custo.
3 - DLP (processamento digital de luz) A resina líquida é curada camada por camada por uma fonte de luz do projetor. O objeto é construído de cabeça para baixo em uma plataforma de elevação incremental.	Boa precisão, superfícies lisas, relativamente rápido. Tecnologia de menor custo.	Polímeros líquidos curáveis à luz e materiais semelhantes a cera para fundição. Os materiais de suporte devem ser removidos. A resina é suja e pode causar sensibilização da pele e pode ser irritante por contato com prazo de validade limitado. Não pode ser esterilizado a quente. Materiais de custo mais alto.
Pasta de energia		
Gesso de material cimentício fixado por gotas de água (colorida) forma a cabeça de impressão 'jato de tinta'. Objeto construído camada por camada em um leito de pó, em uma plataforma descendente incremental.	Materiais e tecnologia de menor custo. Pode imprimir em cores. O material não ajustado fornece suporte ao processo relativamente rápido. Materiais seguros.	Baixa resolução. Pó sujo. Baixa resistência. Não pode ser ensopado ou esterilizado a quente.

Pó sinterizado		
Sinterização seletiva a laser (SLS) para polímeros. Objeto construído camada por camada no leito de pó. A câmara de construção aquecida eleva a temperatura do material até um pouco abaixo do ponto de fusão. A varredura a laser e então sinteriza a camada de pó por camada em um leito descendente.	Gama de materiais poliméricos, incluindo nylon, elastômeros e compósitos. Peças fortes e precisas. Processo auto-suportado. Materiais poliméricos - geralmente o nylon pode ser autoclavado. O objeto impresso pode ter funcionalidade mecânica completa. Materiais de menor custo, se usados em grande volume.	Infra-estrutura significativa necessária. Ar comprimido, controle de temperatura. Pós sujos. Menor custo a granel. Risco de inalação. Tecnologia de alto custo. Superfície áspera.
Laser seletivo (SLS) - para metais e ligas metálicas. Também descrito como fusão a laser seletiva (SLM) ou sinterização direta a laser de metal (DMLS). O laser de digitalização sinteriza o pó de metal, camada por camada, em uma câmara de construção fria, à medida que a plataforma de construção desce. Estrutura de suporte usada para amarrar objetos para construir a plataforma.	Objetos de alta resistência, podendo controlar a porosidade. Variedade de materiais, incluindo titânio, ligas de titânio, cromo cobalto, aço inoxidável. Liga de metal pode ser reciclada. Detalhes finos possíveis.	Tecnologia extremamente cara, materiais moderadamente caros. Poeira e condensado de nanopartículas podem ser perigosos para a saúde. Risco explosivo. Superfície áspera. É necessário um pós-processamento elaborado: Tratamento térmico para aliviar tensões internas nos objetos impressos. Difícil de remover os materiais de suporte. Processo relativamente lento.
Derretimento do feixe de elétrons (EBM, Arcam). Câmara de construção aquecida. Pó sinterizado camada por camada, varrendo o feixe de elétrons na plataforma de construção descendente.	Processo de alta temperatura, para que não seja necessário suporte ou tratamento térmico posteriormente. Alta velocidade. Peças densas com porosidade controlada.	Tecnologia extremamente cara, O pó pode ser perigoso para a saúde. Risco explosivo. Superfície áspera. É necessário menos pós-processamento. Baixa resolução.
Termoplástico		
Modelagem de deposição por fusão (FDM). Primeira tecnologia 3DP, mais usada em impressoras domésticas. Material termoplástico extrudado através do bico na plataforma de construção.	Alta porosidade. Força mecânica variável. Materiais e equipamentos de baixo a médio alcance. Baixa precisão em equipamentos de baixo custo. Alguns materiais podem ser esterilizados a quente.	Baixo custo, mas materiais imitados - apenas termoplásticos. Complexidade de forma limitada para materiais biológicos. O material de suporte deve ser removido.

2.1.1 Modelagem de deposição de material fundido (Fused deposition modelling - FDM)

A FDM é uma das mais antigas tecnologias de impressão 3D e consiste em, basicamente, uma pistola de cola robótica, funcionando com uma extrusora atravessa uma plataforma estacionária ou move-se abaixo da estrutura estacionária. Os objetos a serem impressos são planejados e divididos em camadas por um software específico e as coordenadas transferidas para a impressora. Os materiais de impressão devem ser termoplásticos, sendo o ácido polilático polimérico, normalmente, o material de escolha. Geometrias complexas de construção dos protótipos, geralmente requerem a colocação de estruturas de suporte que podem ser formadas a partir do mesmo material ou formar um segundo material colocado por uma segunda extrusora - que, por exemplo, pode extruir um material de suporte solúvel em água. A precisão dependerá da velocidade de deslocamento da extrusora, bem como do fluxo de material e do tamanho de cada 'etapa' (DAWOOD, 2015).

O FDM é o processo usado pela maioria das impressoras 3D domésticas de baixo custo. Ele permite a impressão de modelos anatômicos brutos com média e baixa complexidade - por exemplo, impressão de mandíbula e maxila. A elaboração de modelos anatômicos para ensino e treinamento a partir deste método é vista como um ótimo recurso, tendo em vista entre outros fatores, sua vantagem na relação custo-benefício (DAWOOD, 2015).

3 METODOLOGIA

Para a confecção do protótipo foi utilizado um arquivo STL de crânio formatado e disponibilizado no *site* Grab Cad (<https://grabcad.com/library/humans-skull-1>). O arquivo STL encontra-se disponível em site eletrônico de livre acesso, com licença do tipo Atribuição-CompartilhaIgual (CC BY-AS).

O arquivo STL foi manipulado por softwares Meshmixer (Autodesk Inc., São Rafael, CA, EUA) (Figura 1) e Netfabb (Autodesk Inc., São Rafael, CA, EUA), para segmentação dos dentes e de cada osso que compõe as estruturas cranianas e faciais. A prototipagem foi realizada por meio de planejamento em software de impressão Ultimaker Cura (Cura, Porto Alegre, Brasil) e impressão na impressora 3D Creality Ender 3 Pro (Creality, Shenzhen, China) pelo método FDM. O material que foi utilizado para impressão das estruturas ósseas e dentes é o filamento PLA 3D Brasil (Filamentos 3D Brasil, Sapiranga, Brasil).

O crânio foi dividido em dois, por um plano sagital, no qual foi prototipado todos os componentes ósseos e, separadamente os dois zigomáticos, maxila, mandíbula e dentes.

Após a impressão dos componentes do crânio, cada segmento teve seus suportes de impressão recortados e lixados, deixando evidentes e corretamente montadas as cavidades do crânio. Os segmentos foram unidos a partir de aquecimento das peças em água a 70°C e união com cola de cianoacrilato líquido.

Feito isso, foram realizadas tomadas radiográficas periapicais e interproximais com equipamento Gnatus Timex 70E (Gnatus, Barretos, São Paulo), com o uso de posicionadores Indusbello (Londrina, Paraná) e filme Radiográfico Insight (Carestream, Rochester, NY).

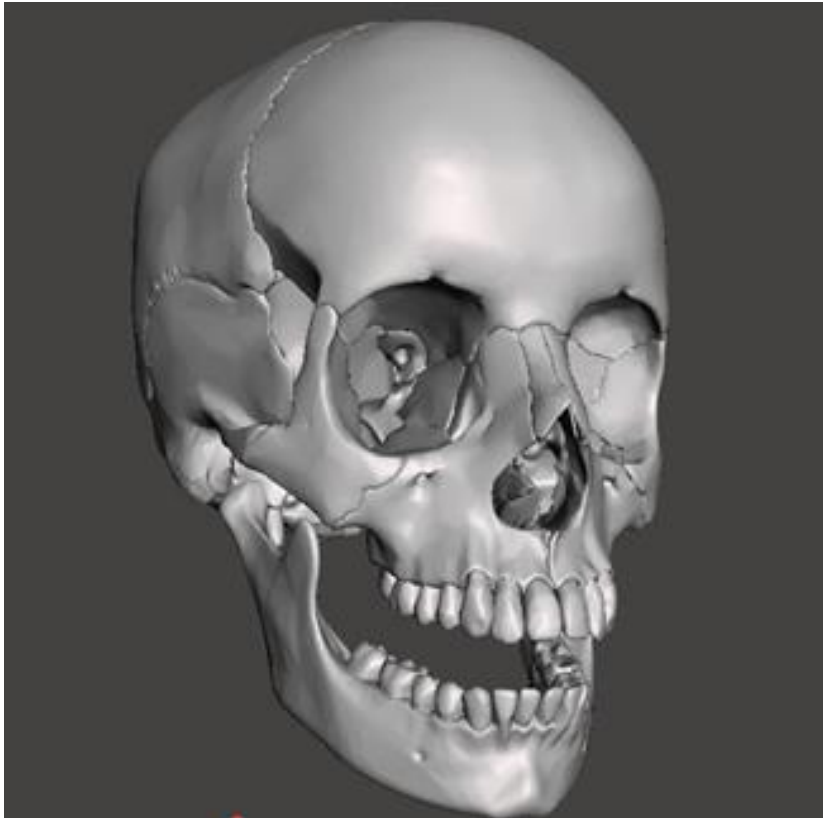


Figura 1: Crânio em formato STL manipulado no programa Meshmixer

4 RESULTADOS

As peças impressas neste estudo custaram R\$ 120,00 (correspondendo a 1,5 kg de filamento de PLA). O tempo necessário para a impressão de todas as estruturas anatômicas (ossos e dentes) foi de 56 horas, sendo a mandíbula 6 horas, maxila e zigomáticos 8 horas, os dentes 6 horas e o restante do crânio 36 horas.

As imagens radiográficas realizadas no protótipo mostraram-se satisfatórias para permitir a representação de cada região anatômica, considerando a geometria das projeções radiográficas intrabucais. Apesar da anatomia obtida não se assemelhar à anatomia óssea e dentária de um paciente, as peças apresentaram representação e possibilidade de visualização de acidentes anatômicos e estruturas da relação osso/dente;

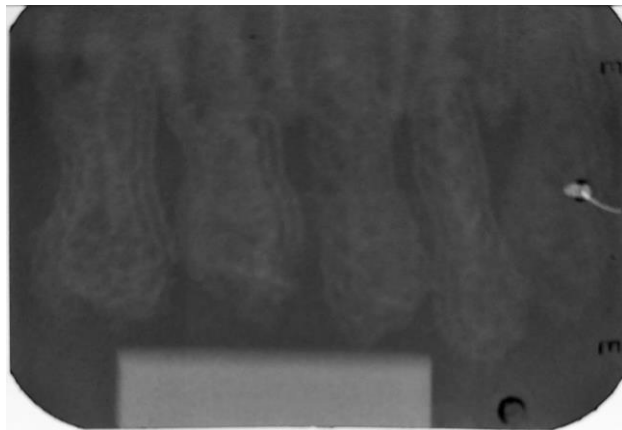


Figura 2: Radiografia superior evidenciando molares

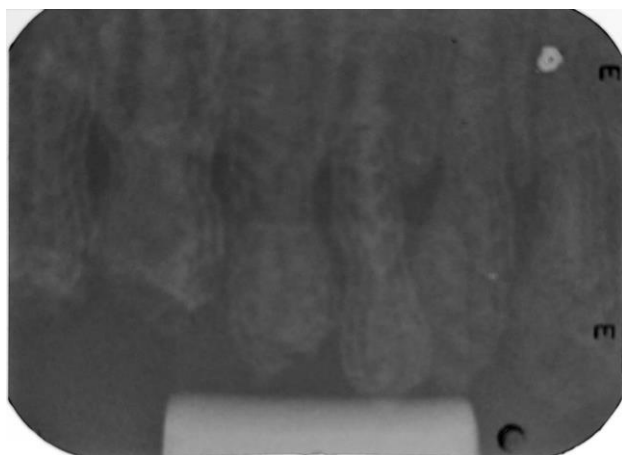


Figura 3: Radiografia superior evidenciando pré-molares

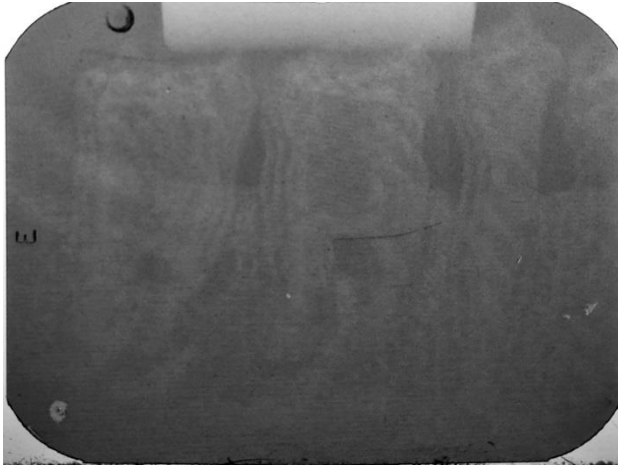


Figura 4: Radiografia inferior evidenciando molares

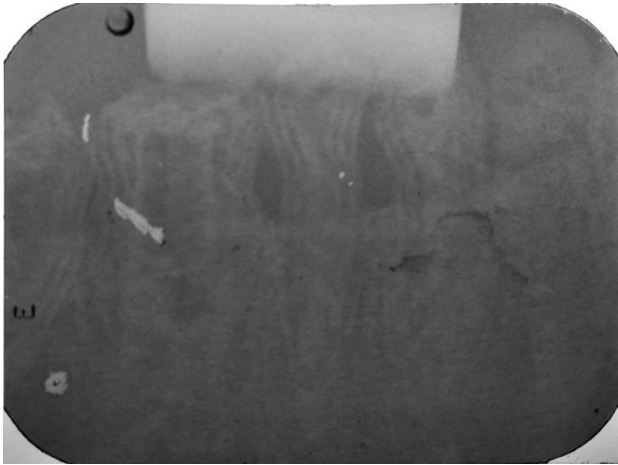


Figura 5: Radiografia inferior evidenciando pré-molares



Figura 6: Metade direita do crânio



Figura 7: Metade esquerda do crânio



Figura 8: Zigomáticos



Figura 9: Crânio com os zigomáticos



Figura 10: Maxila com dentes



Figura 11: Mandíbula com dentes

5 DISCUSSÃO

O treinamento por simulação é considerado uma técnica educativa que permite o desempenho interativo do aluno em um ambiente que recria ou replica cenários clínicos reais (MONTBRUN, 2012). Muitos autores têm sugerido a utilização de modelos 3D para o estudo de regiões anatômicas e para o treinamento de procedimentos clínicos e cirúrgicos (COHEN, 2015), sendo este preferível na medida em que evita considerações associadas com espécimes biológicos e questões legais e éticas. Nesse contexto, os professores de odontologia são os responsáveis por desenvolver requisitos para o treinamento psicomotor de seus alunos durante as fases de educação pré-clínica, mais do que isso, devem utilizar estratégias inovadoras para facilitar e motivar o ensino de seus alunos (CANTIN, 2015).

Em Radiologia Odontológica o treinamento das técnicas radiográficas em pacientes deve ser evitado devido aos riscos da exposição excessiva e desnecessária aos raios-X (ICRP, 2007). Contudo, seguindo diretrizes do ensino em odontologia, considera-se que o aluno deve saber indicar e realizar técnicas radiográficas intrabucais, bem como interpretá-las e ter o conhecimento de anatomia, patologias e de possíveis erros do exame. Desse modo, este trabalho apresenta a utilização da impressão 3D como uma ferramenta para treinamento das técnicas radiográficas intrabucais respeitando as necessidades do ensino.

A utilização da impressão 3D para que fosse possibilitado este treinamento deve levar em conta que a qualidade do método utilizado para prototipagem, em relação à reprodução de detalhes e à lisura superficial, está diretamente ligada ao tipo de impressão e ao material utilizado, contudo não se observa grandes alterações dimensionais entre os diferentes métodos (OLSZEWSKI R, 2014).

Na criação do modelo 3D utilizado neste estudo, o objetivo principal foi capacidade do protótipo em desempenhar a função para a qual foi desenvolvido – realização de radiografias. Assim, era importante que o material utilizado fosse radiopaco e que se obtivesse a melhor reprodução de características anatômicas possível. Ao contrário, o aspecto e a reprodução de detalhes superficiais do protótipo não eram os necessários. Contudo, existe a possibilidade de ser desenvolvido, por exemplo, dentes com maior radiopacidade e menor reprodução das camadas de filamentos, uma vez que a radiopacidade destas estruturas depende do planejamento e da quantidade de camadas de filamentos de impressão, quanto mais camadas de filamento, mais radiopaca se torna a peça.

Devemos considerar ainda que os manequins comerciais hoje disponíveis apresentam um alto custo, em média R\$ 2.000,00 e, também, tornam-se defasados rapidamente, devido ao

seu material não apresentar qualidade compatível com o custo e a busca por peças de reposição ser dificultada. Em contrapartida a impressão 3D, além de apresentar menor custo financeiro para a produção do protótipo apresenta ainda a possibilidade de cada uma das peças que for perdida ou danificada ser novamente impressa rapidamente e individualmente, mantendo-se o baixo custo. Com relação a isso, além do baixo custo de materiais do protótipo deste estudo destaca-se que para a execução de todas as etapas de produção foi necessário apenas um operador treinado, sem depender de uma produção em escala industrial.

De forma mais positiva, o protótipo utilizado permitirá a reprodução geométrica necessária para a realização das técnicas radiográficas intrabucais, fundamental para a prática clínica do aluno e futuro cirurgião-dentista. Além disso, a possibilidade de treinar repetidamente e verificar erros e acertos durante o processo ensino-aprendizagem, antes de realizar as tomadas radiográficas com pacientes, torna o aluno mais apto a identificar prováveis erros que possam vir a acontecer durante a prática clínica.

A utilização dos modelos 3D prototipados se apresenta ainda, por meio da manipulação digital de arquivo STL, a possibilidade de incluir variações de anatomia e patologias, bem como gera a possibilidade de geração de peças que simulem situações pediátricas, importantíssimas para o aluno em treinamento e para a segurança das crianças a serem atendidas. Assim, o aluno pode ser apresentado a uma maior gama de variações clínicas, colocando-se diante de uma situação mais próxima da realidade, beneficiando o processo ensino-aprendizagem e os pacientes.

6 CONCLUSÃO

A utilização da prototipagem 3D para o treinamento de técnicas radiográficas intrabucais, ainda é um mecanismo novo na odontologia, mas já se apresenta como uma alternativa acessível para a fabricação de modelos 3D, aliando qualidade da projeção radiográfica e custo acessível ao ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDAADAA A, OWJI N, KNOWLES J. Three-dimensional Printing in Maxillofacial Surgery: Hype versus Reality. *Journal of Tissue Engineering*. 2018;9:1-5.

BADASH I.; BURTT K.; SOLORZANO C.A.; CAREY J.N. Innovations in surgery simulation. *Ann Transl Med*. 2016;4(23):453.

BOONSIRIPHANT P.; AL-SALIHI Z.; HOLLOWAY J.A.; SCHNEIDER G.B. The Use of 3D Printed Tooth Preparation to Assist in Teaching and Learning in Preclinical Fixed Prosthodontics Courses. *Journal of Prosthodontics*. 2018:1-3.

CANTIN M, MUÑOZ M, OLATE S. Generation of 3D tooth models based on three-dimensional scanning to study the morphology of permanent teeth. *Int J Morphol* 2015;33(2):782-87.

CHEN S, PAN Z, WU Y, et al. The role of three-dimensional printed models of skull in anatomy education: a randomized controlled trial. *Scientific Reports* 2017;7: 575:1-11.

COHEN J, REYES SA. Creation of a 3D printed temporal bone model from clinical CT data. *American Journal Of Otolaryngology – Head And Neck Medicine And Surgery*. 2015;36:619 – 624.

DAWOOD A.; MARTI B.; SAURET-JACKSON V.; DARWOOD A. 3D printing in dentistry. *Br Dent J*. 2015 Dec;219(11):521-9.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. 2007.

MONTBRUN SL DE, MACRAE H. Simulation in Surgical Education. *Clin Colon Rectal Surg*. 2012;25:156–165.

OLSZEWSKI R, SZYMOR P, KOZAKIEWICZ M. Accuracy of three-dimensional, paper-based models generated using a low-cost, three-dimensional printer. *J Craniomaxillofac Surg*. 2014 Dec;42(8):1847-52.

PORTELA, S. **3dlab**. Afinal como funciona uma impressora FDM? Disponível em <<https://3dlab.com.br/afinal-como-funciona-uma-impressora-3d-fdm/>>. Acessado em 06 de junho de 2020.