



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA

CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 2/2022

DANIEL COSTA FERREIRA DE ALMEIDA, Cap Dent

**Impressão 3D odontológica: o futuro da odontologia
no SISAU**

Rio de Janeiro

2022

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 2/2022

DANIEL COSTA FERREIRA DE ALMEIDA, Cap Dent

**Impressão 3D odontológica: o futuro da odontologia
no SISAU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação *Lato sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Gestão da Saúde na Força Aérea.

Orientadora: **ISABEL** Corrêa da **COSTA** Mileski,
Maj Dent

Rio de Janeiro

2022

DANIEL COSTA FERREIRA DE ALMEIDA, Cap Dent

**Impressão 3D odontológica: o futuro da odontologia
no SISAU**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da
Aeronáutica.

Aprovado por:

Pedro Nolasco Duarte, Maj Av
EAOAR

Isabel Corrêa da **Costa** Mileski, Maj Dent
EAOAR

Rio de Janeiro
2022

RESUMO

A odontologia digital vem sendo empregada em várias especialidades da odontologia e apresenta inúmeros benefícios quando comparada à abordagem analógica. Na área da odontologia restauradora, este processo consiste em escanear um dente previamente preparado, desenhar uma restauração em um software de computador e manufaturar esta restauração para que a mesma seja cimentada. Para a materialização destas restaurações, podem ser realizadas a manufatura subtrativa (MS) e a manufatura aditiva (MA). A MS consiste no desgaste com brocas de um objeto maior do que o projetado virtualmente e gera desperdício de material e alto gasto com insumos. Visando uma melhora da manufatura neste sentido, a MA vem cada vez mais tomando espaço no mercado, pois esta promove a construção de restaurações precisas de maneira passiva (camada a camada). Isto gera menos gastos em todo o processo, reduz drasticamente o custo e apresenta alta precisão. Na atualidade a OASD somente utiliza a MS, portanto, torna-se necessário um método de manufatura que provoque menos desperdício, reduza os gastos e forneça precisão aos trabalhos. A tese defende, portanto, que a aquisição de impressoras 3D (e a implantação da MA na seção de Odontologia Digital da OASD) otimiza o atendimento ao usuário. Ademais, a impressão 3D por MA é um método aberto e que tem grande vantagem sobre a MS no que diz respeito à manufatura de objetos com estrutura interna complexa. Neste contexto, abre-se uma possibilidade de utilização deste método para impressão de outros dispositivos utilizados em odontologia e prototipagens para cirurgias em ambiente hospitalar trazendo ainda mais benefícios ao usuário do SISAU.

Palavras-chave: Odontologia Digital. Impressão 3D. Prótese Dentária. Precisão. Economia.

1 INTRODUÇÃO

A digitalização da odontologia é um processo em constante crescimento e apresenta grandes benefícios, tais como redução de custos, aumento da precisão e diminuição do tempo de tratamento quando comparado ao processo analógico. A experiência do tratamento restaurador em odontologia com fluxo digital consiste em escanear um dente que necessita de uma restauração e foi previamente preparado, desenhar esta restauração em um software de computador e, ao final, manufaturar esta restauração para que esta possa ser instalada no paciente.

Dois métodos de manufatura têm sido utilizados na odontologia: os métodos subtrativos e os aditivos. A manufatura subtrativa (MS) consiste na fresagem/desgaste de um bloco ou disco com brocas em uma fresadora para que o objeto projetado no software possa ser materializado. É um método utilizado geralmente para a obtenção de restaurações de cerâmica, metal ou resina. Nesta modalidade, pode-se salientar o alto custo com a compra de máquinas fresadoras, o gasto de brocas e o desperdício de material (BLATZ; CONEJO, 2019).

Na manufatura aditiva (MA), também chamada de impressão 3D, um objeto é materializado através da impressão vertical, camada a camada, da sua forma. As aplicações comuns deste método na odontologia são modelos, guias cirúrgicos para a instalação de implantes dentários, placas de bruxismo e próteses. A grande vantagem desta forma de manufatura é o fato de não haver desperdício de insumos e a alta precisão. Com o advento das impressoras *Liquid Crystal Display* (LCD), o custo para a aquisição destes equipamentos se tornou muito menor quando comparado ao das fresadoras (QUAN et al., 2020). Além disso, foi demonstrada uma alta precisão deste método na manufatura de próteses dentárias (SIDHOM et al., 2022).

Nos últimos anos, a OASD passou por um processo de digitalização intenso dos seus fluxos nas mais diversas áreas e demonstrou um avanço significativo no que diz respeito à qualidade, agilidade e ao menor custo dos tratamentos odontológicos desenvolvidos. Este processo iniciou-se no ano de 2012 com a aquisição de um *scanner* e uma fresadora para a realização de restaurações dentárias no mesmo dia.

Atualmente a seção de Odontologia Digital da OASD conta com cinco scanners e duas fresadoras e há um contrato de manutenção para garantir a

prevenção de panes nos equipamentos. Além disso, cabe ressaltar que os maiores custos para o funcionamento da seção são os insumos para as fresadoras como blocos, brocas, óleo e filtros.

Para diminuir estes gastos e viabilizar a manufatura de próteses precisas, este ensaio defende que a aquisição de impressoras 3D otimiza o atendimento ao usuário da OASD.

Em uma análise econômica, a MA representa uma ótima opção para a seção de Odontologia Digital da OASD, pois os gastos com insumos na MS representam um problema para o avanço da produtividade. O método subtrativo como um todo, não é econômico, pois boa parte dos seus insumos são desperdiçados, já que o processo se baseia no desgaste com brocas de um objeto maior que o objeto projetado para o tratamento odontológico.

Outro ponto forte da MA é a possibilidade de impressão de próteses de alta precisão, mantendo a alta qualidade dos trabalhos odontológicos executados nos usuários da OASD.

2 DESENVOLVIMENTO

A MA apresenta diferenças conceituais na manufatura de objetos quando comparada à MS. Para que sejam esculpidas as formas internas de um objeto na MS, é necessário que haja um eixo de inserção suficiente para a entrada da broca, limitando a materialização de certos tipos de projeto. Neste aspecto a MA é um método bem mais livre para a construção de objetos com formas internas complexas.

Como foi demonstrado na seção anterior, o processo de manufatura utilizado na OASD na atualidade é subtrativo, havendo desperdícios com material e altos contratos de manutenção das fresadoras. Todavia, a MA apresenta benefícios por ter alta precisão e, por haver menos desperdícios, ter baixo custo e estas características serão explicitadas.

2.1 Redução dos gastos

Pode-se destacar duas principais fontes de gastos na MA: a compra dos equipamentos e o gasto com os insumos. Existem diversas tecnologias de manufatura aditiva usadas na odontologia, tais como estereolitografia a laser (SLA)

e o processamento de luz digital (DLP).

As impressões SLA foram as precursoras nas MA e o processo acontecia através da polimerização de resina fotossensível a laser camada a camada do objeto a ser materializado. A necessidade de se utilizar laser nos equipamentos limitava a sua aplicação pelo alto custo e implicava na demora na impressão de cada camada, já que o laser precisava percorrer toda a extensão da área a ser impressa. Devido às limitações da impressão SLA, foram desenvolvidas as impressoras DLP que realizavam a impressão de uma camada toda por vez utilizando a luz ultravioleta (comprimento de onda 405nm) e agilizando o processo. Além disso, o uso do laser foi substituído pela utilização de um projetor de luz reduzindo o custo do equipamento. Uma variação recente desta técnica foi a utilização de telas de LCD em substituição aos projetores de luz da tecnologia DLP clássica, reduzindo ainda mais o custo das impressoras com esta tecnologia (JACOBSEN et al., 2015).

Cabe ressaltar que as impressoras 3D têm uma manutenção facilitada pela baixa complexidade dos equipamentos, muitas vezes não necessitando de grandes gastos de manutenção quando comparadas às fresadoras (TONG et al., 2021).

No que tange o gasto com insumos, existem diversas diferenças na MA quando comparada à MS e a principal delas é que é um processo passivo, sem a necessidade de se utilizar motores e brocas para esculpir o objeto a ser produzido. Isto implica automaticamente em uma ausência de necessidade de gastos com brocas, blocos, discos, filtros e óleo. Este método ocorre através de uma produção vertical sequencial de material polimerizado, não havendo assim desperdícios e possibilitando a construção mais livre de objetos já que não há a necessidade de haver eixo de inserção para as brocas presentes nos métodos de MS. Os gastos para a MA em impressoras LCD basicamente são com resinas para impressão e álcool isopropílico. Um estudo comparou o custo de confecção de próteses dentárias em fluxo digital e analógico, através de MS e MA e chegou à conclusão de que o método mais vantajoso financeiramente é o MA com uma redução média de 82,98% dos gastos com insumos (LO RUSSO et al., 2022).

Baseando-se na argumentação descrita acima, pode-se concluir que a MA é muito vantajosa financeiramente, tanto pelo menor custo na aquisição/manutenção dos equipamentos, quanto pelo menor gasto com insumos para a produção de trabalhos odontológicos. Também se conclui que estas vantagens seriam benéficas à OASD, pois diminuiria o custo com a manutenção dos equipamentos.

2.2 Precisão da manufatura

A precisão em um trabalho protético é outro ponto importante a ser considerado, pois uma impressão com alta acurácia representa um tratamento de qualidade no paciente. Além disso, quando temos próteses mais precisas, o tempo de tratamento diminui consideravelmente, pois menos ajustes são necessários para adaptá-las aos dentes.

A MS é um processo bem estabelecido e utilizado na odontologia para a confecção de próteses. Fatores como a largura da broca e desgaste da mesma podem limitar e dificultar a materialização de objetos (LIN et al., 2015).

A MA também tem sido utilizada com os mesmos propósitos da MS na odontologia. A precisão deste método de manufatura varia de acordo com a espessura da camada de impressão, a definição da fonte emissora de luz da impressora e com o material da impressão (BARONE et al., 2016).

Uma avaliação da precisão da MA para a produção de próteses dentárias demonstrou que esta técnica apresenta ótima acurácia e é clinicamente aceitável (WANG et al., 2019).

Quando se avalia a precisão da MA em odontologia, pode-se concluir que ela pode ser utilizada para a confecção de próteses com alta precisão e, desta forma, encaixa-se perfeitamente no serviço da OASD, pois apresenta grande qualidade e otimiza o atendimento ao usuário.

3 CONCLUSÃO

A odontologia digital é uma nova filosofia que vem sendo empregada em diversos campos da profissão e apresenta inúmeros benefícios aos profissionais e pacientes. Este fluxo digital, quando comparado ao analógico, apresenta diversos benefícios tais como redução do tempo de tratamento, redução dos custos e aumento da precisão das restaurações. Na área da odontologia restauradora, este processo consiste em escanear um dente previamente preparado (através de um scanner odontológico), desenhar uma restauração em um software de computador e manufaturar esta restauração para que a mesma seja cimentada no mesmo.

Para a manufatura destas restaurações, podem ser realizados processos subtrativos e aditivos. Os processos subtrativos (MS) consistem no desgaste com brocas de um objeto maior do que o projetado virtualmente e geram desperdício de material e alto gasto com insumos.

Na atualidade, a OASD somente utiliza a MS através do uso de fresadoras, acarretando altos gastos com insumos e contratos de manutenção. Visando uma melhora da manufatura neste sentido, os processos aditivos (MA) vêm cada vez mais tomando espaço no mercado, pois estes promovem a construção de restaurações de maneira passiva (camada a camada) e não apresentam desperdício, reduzindo drasticamente o custo com insumos e contratos de manutenção. Além disso, cabe ressaltar que a MA apresenta grande acurácia e precisão.

Diante do exposto, este trabalho defende que a compra de impressoras 3D e utilização da MA na seção de Odontologia Digital da OASD otimiza o atendimento do usuário, pois isto irá reduzir custos com insumos e contratos de manutenção e apresentará alta qualidade nos trabalhos realizados

A impressão 3D por MA é um método aberto e que tem grande vantagem sobre a MS no que diz respeito à manufatura de objetos com estrutura interna complexa. Neste contexto, abre-se uma possibilidade de utilização deste método para impressão de outros dispositivos utilizados em odontologia tais como guias para a instalação de implantes dentais, modelos dentais, placas de bruxismo, entre outros. Além das aplicações odontológicas, estas impressoras poderiam ser também utilizadas para aplicações hospitalares na prototipagem de partes do corpo humano para auxílio ao planejamento de cirurgias delicadas em áreas como neurocirurgia, ortopedia e cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial.

REFERÊNCIAS

- BARONE, S.; CASINELLI, M.; FRASCARIA, M.; PAOLI, A.; RAZIONALE, A. V. Interactive design of dental implant placements through CAD-CAM technologies: from 3D imaging to additive manufacturing. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 105–117, 2016. ISSN: 1955-2505.
- BLATZ, Markus B.; CONEJO, Julian. The Current State of Chairside Digital Dentistry and Materials. **Dental clinics of North America**, [S. l.], v. 63, n. 2, p. 175–197, 2019. ISSN: 0011-8532.
- JACOBSEN, Alfred; JORGENSEN, Trond; TAFJORD, Øyvind; KIRKHORN, Endre. **Concepts for 3D print productivity systems with advanced DLP photoheads. SPIE Proceedings 2015**. DOI: 10.1117/12.2084962. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2084962>. Acesso em 20/07/2022, 10:23h.
- LIN, Wei-Shao; CHOU, Jang-Ching; METZ, Michael J.; HARRIS, Bryan T.; MORTON, Dean. Use of intraoral digital scanning for a CAD/CAM-fabricated milled bar and superstructure framework for an implant-supported, removable complete dental prosthesis. **The Journal of prosthetic dentistry**, [S. l.], v. 113, n. 6, p. 509–515, 2015. ISSN: 0022-3913.
- LO RUSSO, Lucio; ZHURAKIVSKA, Khrystyna; GUIDA, Laura; CHOCHLIDAKIS, Konstantinos; TROIANO, Giuseppe; ERCOLI, Carlo. Comparative cost-analysis for removable complete dentures fabricated with conventional, partial, and complete digital workflows. **The Journal of prosthetic dentistry**, [S. l.], 2022. ISSN: 0022-3913. DOI: 10.1016/j.prosdent.2022.03.023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.03.023>. Acesso em 20/07/2022, 10:23h.
- QUAN, Haoyuan; ZHANG, Ting; XU, Hang; LUO, Shen; NIE, Jun; ZHU, Xiaoqun. Photocuring 3D printing technique and its challenges. **Bioactive materials**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 110–115, 2020. ISSN: 2452-199X.
- SIDHOM, Marina; ZAGHLOUL, Hanaa; MOSLEH, Ihab El-Sayed; ELDWAKHLY, Elzahraa. Effect of Different CAD/CAM Milling and 3D Printing Digital Fabrication Techniques on the Accuracy of PMMA Working Models and Vertical Marginal Fit of PMMA Provisional Dental Prosthesis: An In Vitro Study. **Polymers**, [S. l.], v. 14, n. 7, 2022. ISSN: 2073-4360. DOI: 10.3390/polym14071285. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/polym14071285>. Acesso em 20/07/2022, 10:23h.
- TONG, Anh; PHAM, Quang Long; ABATEMARCO, Paul; MATHEW, Austin; GUPTA, Dhruv; IYER, Siddharth; VORONOV, Roman. Review of Low-Cost 3D Bioprinters: State of the Market and Observed Future Trends. **SLAS technology**, [S. l.], v. 26, n. 4, p. 333–366, 2021. ISSN: 2472-6311.
- WANG, Weina; YU, Hai; LIU, Yifan; JIANG, Xinlei; GAO, Bo. Trueness analysis of zirconia crowns fabricated with 3-dimensional printing. **The Journal of prosthetic dentistry**, [S. l.], v. 121, n. 2, p. 285–291, 2019. ISSN: 0022-3913.