

# IMPRESSÃO 3D E SUA APLICABILIDADE NA REABILITAÇÃO ORAL

## 3D PRINTING AND ITS APPLICABILITY IN ORAL REHABILITATION

MARCELO VIEIRA DA COSTA ALMEIDA<sup>1\*</sup>, MARIA KALINE ROMEIRO TEODORO<sup>2</sup>, NATHALIA KELLY VELOSO DE LIMA ALMEIDA<sup>3</sup>

1. Cirurgião-Dentista graduado pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), especialista em prótese dentária pela Faculdade de Odontologia do Recife (FOR), residente em Terapia Intensiva pelo Real Hospital Português de Beneficência em Pernambuco (RHP/UFPE); 2. Cirurgiã-Dentista graduada pela Universidade de Pernambuco (UPE), especialista em endodontia (COESP), doutora em endodontia pela Universidade de Pernambuco (UPE); 3. Cirurgiã-Dentista graduada pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), especialista em saúde pública pela Faculdade Método de São Paulo (FAMESP), pós-graduanda em odontopediatria pelo centro de pós-graduação em Odontologia (CPGO), residente em Cuidados Paliativos pelo Instituto Materno Infantil de Pernambuco (IMIP).

\* Avenida Sul Governador Cid Sampaio, Imbiribeira, Recife, Pernambuco, Brasil. CEP: 51150-010. [marcelo-vca@hotmail.com](mailto:marcelo-vca@hotmail.com)

Recebido em 05/10/2020. Aceito para publicação em 06/11/2020

### RESUMO

Na reabilitação oral, inovações tecnológicas são adaptações que vieram da engenharia, física e química e se adequaram à Odontologia. Cabe ao protesista reestabelecer a função oral dos pacientes, melhorando a saúde e a estética. Porém, para cumprir tais exigências, se faz necessário um amparo tecnológico, do qual podemos destacar impressão 3D. O presente estudo tem como objetivo revisar na literatura, as principais tecnologias de manufatura aditiva utilizadas na odontologia, bem como a sua aplicabilidade na reabilitação oral. A abordagem metodológica empregada consistiu de pesquisa realizada em plataformas de busca como Pubmed e Google Acadêmico. As bases de dados online foram utilizadas para encontrar trabalhos publicados em português e inglês no período de 2010 a 2020. Através desse estudo podemos concluir que as tecnologias de manufatura aditiva são uma realidade na prática odontológica. A impressão 3D vem viabilizando a confecção de modelos de estudo e trabalho, guias cirúrgicos, padrões de fundição, moldeiras individuais e placas interoclusais de forma ágil e totalmente digital, consequentemente com cada vez menos suscetibilidade a falhas por intervenção humana.

**PALAVRAS-CHAVE:** Impressão tridimensional, prótese dentária, reabilitação bucal, tecnologia odontológica.

### ABSTRACT

In oral rehabilitation, the technological innovations are imports that came from engineering, physics and chemistry and were adapted to Dentistry. It is up to the prosthodontics specialists to reestablish the patient's oral function, and improve health and aesthetics. But in order to fulfill these requirements, technological support is necessary, among them we can highlight 3D printing. This study aims to review within literature, the main additive manufacturing technologies used in dentistry, as well as their applicability in oral rehabilitation. The methodological approach employed consisted of research carried out on search engines such as PubMed and Google Scholar. The online databases were employed in order to find works published in Portuguese and English from 2010 to 2020. Through this study we can conclude that additive manufacturing technologies are a

reality within dental practice. 3D printing has enabled the making printed casts for diagnostic purposes or definitive casts, implant drill guides, castable patterns, custom impression trays and occlusal splints in an agile and completely digital way, consequently reducing the possibility of human error.

**KEYWORDS:** Three-dimensional printing; dental prosthesis; mouth rehabilitation; dental technology.

### 1. INTRODUÇÃO

Com a facilidade de acesso às informações, os anseios dos pacientes são automaticamente transferidos para o consultório odontológico. Os pacientes exigem tratamentos eficientes, porém rápidos e com comodidade. Cabe ao protesista reestabelecer a função oral dos pacientes, melhorando a saúde, o conforto e a estética, mas para cumprir tais exigências, muitas vezes se faz necessário um amparo tecnológico de outros ramos da ciência que não somente a Odontologia<sup>1</sup>.

Na reabilitação oral protética, as inovações tecnológicas são adaptações que vieram da engenharia, física e química e se adequaram à Odontologia. Essa interação entre áreas é essencial para o aperfeiçoamento técnico e científico, em busca de alternativas mais precisas e eficientes<sup>1</sup>.

Atualmente a impressão 3D vem ganhando espaço no mercado mundial e também na área odontológica. Embora outrora considerada cara, futurista, e com aplicações limitadas, muitos estudos já tem demonstrado sua aplicabilidade na prática clínica odontológica<sup>2</sup>.

O processo de manufatura auxiliada ou CAM torna possível a fabricação ou materialização da imagem computadorizada que foi projetada no *software* CAD. O sistema CAM irá produzir a reabilitação desejada por meio de uma fresadora ou da impressora 3D. A fresagem é um método de fabricação subtrativa, no qual as restaurações são fabricadas a

partir de blocos de materiais que são desgastados até se obter a forma planejada no *software*<sup>3</sup>.

No entanto, existem também as chamadas tecnologias aditivas para a manufatura CAD/CAM, representado pela impressão 3D. No processo de manufatura aditiva, um objeto projetado no *software* CAD é convertido em um arquivo que é reproduzido na impressora 3D<sup>4</sup>. Nesse Sistema é possível utilizar materiais em forma de líquidos, pó ou filamentos para formar peças complexas, camada a camada<sup>5</sup>.

O comitê da ASTM (American Society for Testing and Materials) classificou as tecnologias de manufatura aditiva em sete categorias.<sup>2</sup> As tecnologias mais amplamente aplicadas na Odontologia incluem a Modelação por Deposição Fundida (FDM - Fused Deposition Modeling) Estereolitografia (SLA - Stereolithography), Processamento de Luz Digital (DLP - Digital Light Processing) e a Sinterização Seletiva a Laser (SLS - Selective Laser Sintering)<sup>6</sup>.

Diante do exposto, o objetivo desse artigo é fazer uma revisão de literatura, sobre as principais tecnologias de manufatura aditiva utilizadas na Odontologia bem como a sua aplicabilidade na reabilitação oral.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A abordagem metodológica empregada consistiu de pesquisa realizada em diferentes plataformas de busca, como Pubmed e Google Acadêmico, para coletar estudos que abordassem a tecnologia de manufatura aditiva bem como a sua aplicabilidade na reabilitação oral. As bases de dados *online* foram utilizadas para encontrar trabalhos publicados em português e inglês de significativa relevância da área estudada nos últimos dez anos (2010-2020), usando como estratégia de busca a combinação dos descritores presentes na plataforma DeCS: Impressão tridimensional, prótese dentária, reabilitação bucal, tecnologia odontológica. Foram consideradas publicações nas diferentes especialidades da Odontologia. Estudos relacionados a áreas como cirurgia geral, ortopedia e engenharia foram excluídos. Também foram suprimidos capítulos de livro, reportagens ou artigos científicos com acesso pago. Inicialmente os artigos foram selecionados com base em título e resumo, aqueles que não se enquadraram nos critérios de inclusão e que não estavam disponíveis em texto completo foram excluídos.

## 3. DESENVOLVIMENTO

As tecnologias de manufatura aditiva melhoraram bastante nos últimos anos, permitindo sua integração no fluxo de trabalho digital para aplicações protéticas. Consistem na fabricação de um objeto em um processo de construção camada por camada<sup>7</sup>.

Dentre as técnicas de manufatura aditiva, a principal diferença está no princípio físico de construção do objeto, porém, quanto ao aspecto

computacional, as etapas do processo de planejamento apresentam semelhanças nas fases de pré-processamento, processamento e pós-processamento. No pré-processamento, fabrica-se um modelo da peça em *software* CAD ou obtém-se seus dados digitalizados por varredura. Posteriormente, o arquivo é convertido no formato STL, que consiste na representação geométrica da superfície do modelo em malha triangular. Durante o processamento, o modelo digital é fatiado em camadas que serão produzidas de forma sequencial na impressora, onde cada fatia equivale a um plano de secção transversal associado a uma espessura uniforme. Finalmente, ocorre o pós-processamento, que compreende as atividades de remoção da estrutura de suporte e limpeza da peça para conferir o acabamento final<sup>8</sup>.

As técnicas de manufatura aditiva podem ser empregadas em diversas etapas da confecção de uma prótese dentária, eliminando qualquer falha causada por trabalhos manuais durante a fabricação tradicional, além de tornar mais rápido o processo de confecção<sup>9</sup>.

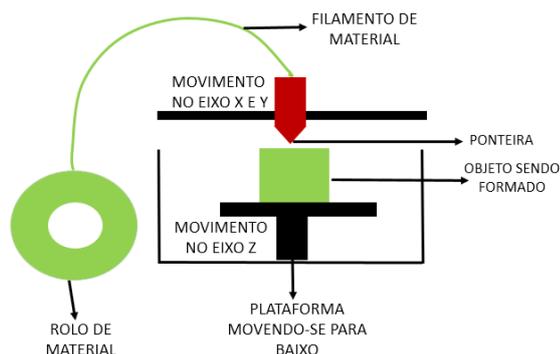
### Técnicas de manufatura aditiva

As tecnologias de manufatura aditiva mais frequentemente adotadas na prática odontológica são Modelação por Deposição Fundida (FDM - Fused Deposition Modeling) Estereolitografia (SLA - Stereolithography), Processamento de Luz Digital (DLP - Digital Light Processing) e Sinterização Seletiva a Laser (SLS - Selective Laser Sintering). Vários materiais podem ser empregados nessas tecnologias, tais como: cera, plásticos e metais que são comumente usados na Odontologia<sup>10</sup>.

### Modelação por Deposição Fundida (FDM)

A impressora FDM (representada na figura 1) é essencialmente uma pistola de cola robótica<sup>11</sup>. Esse tipo de impressora utiliza materiais termoplásticos, como por exemplo, policarbonatos, ceras de fundição ou materiais de polifenilsulfona, para confecção dos modelos desejados. O material termoplástico é aquecido a temperatura que o levará ao ponto de fusão, sendo expelido através de uma ponteira, que deposita o material numa plataforma de construção mantida a temperaturas mais baixas, desta forma, o material aquecido previamente se solidifica assim que entra em contato com a plataforma de suporte, formando uma camada do objeto. Após a conclusão de cada camada, a plataforma de suporte desce de maneira a que a próxima camada do modelo possa ser sobreposta a anterior.<sup>12</sup> Desta forma, a plataforma da impressora onde se deposita o material desloca-se no eixo Z e o cabeçote com a ponteira, movimenta-se no plano X e Y.<sup>8</sup> Esse é a modalidade de impressão usada pela maioria das impressoras 3D domésticas de baixo custo<sup>11</sup>.

Embora imprimir um modelo muito detalhado seja uma tarefa difícil, esta tecnologia permite impressão de modelos anatômicos sem muita complexidade, como por exemplo uma mandíbula desdentada<sup>11</sup>.

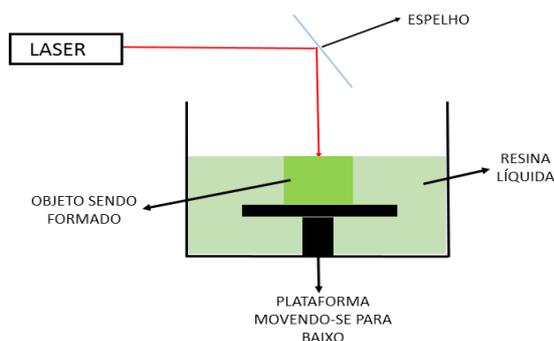


**Figura 1.** Representação de uma impressora FDM. **Fonte:** Produção dos Autores

### Estereolitografia (SLA)

A Estereolitografia foi concebida por Chuck W. Neste tipo de impressão (representada na figura 2), a plataforma onde o objeto é construído é imersa em uma resina líquida polimerizada por um *laser* ultravioleta (UV). O *laser* desenha uma seção transversal do objeto para formar cada camada. Após a polimerização da camada, a plataforma desce a uma distância igual à espessura da camada, permitindo que a resina não polimerizada cubra a camada do objeto já formado. Esse processo é repetido várias vezes até que o objeto impresso seja construído<sup>7</sup>.

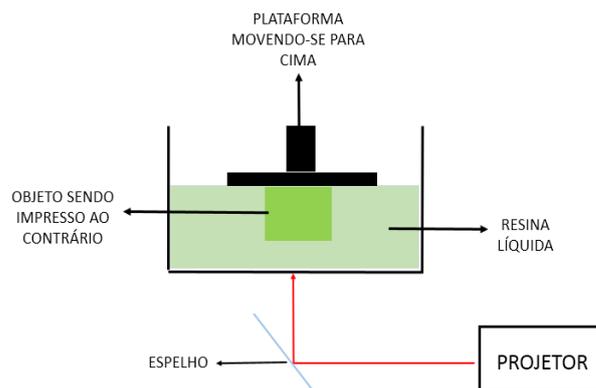
O *laser* é focado usando um conjunto de lentes e, em seguida, refletido em dois espelhos motorizados. O espelho direciona feixe de laser no reservatório de resina sensível à ultravioleta para polimerizar a camada.<sup>7</sup> O pós-processamento envolve a remoção do excesso de resina e um processo de endurecimento em um forno UV<sup>11</sup>.



**Figura 2.** Representação de uma impressora SLA. **Fonte:** Produção dos Autores

### Processamento de Luz Digital (DLP)

A tecnologia DLP (representada na figura 3), é muito similar a SLA, a principal diferença entre eles é a fonte de luz<sup>13</sup>. Na tecnologia DLP, as camadas do modelo formam-se através de uma luz que surge na base do compartimento que aloja a resina no estado líquido, a luz acende exatamente na conformação do primeiro corte do modelo e alterna os pixels consoante a camada em questão.



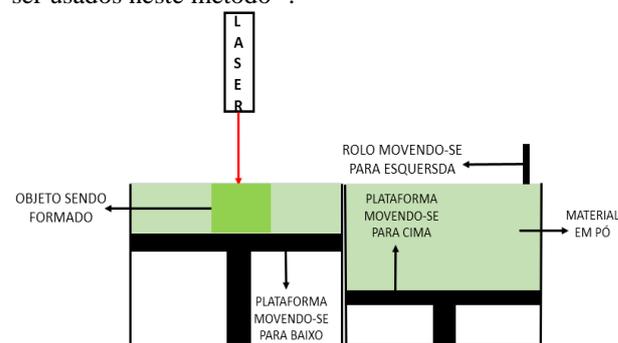
**Figura 3.** Representação de uma impressora DLP. **Fonte:** Produção dos Autores

A plataforma de suporte, neste caso específico, sobe à medida que cada camada é formada, desta forma, o modelo é impresso ao contrário. Após a confecção do modelo, este deve passar por um banho de álcool e em seguida por um banho de água, também pode ser exposto a luz do sol ou a uma luz ultravioleta se for necessário<sup>14</sup>.

### Sinterização Seletiva a Laser (SLS)

Esta tecnologia (representada na figura 4), está disponível desde meados da década de 1980. Um laser de varredura funde um material em pó, para construir estruturas camada a camada. A medida que o leito de pó desce gradualmente, uma nova camada de material é uniformemente espalhada sobre a superfície<sup>11</sup>. Depois que o objeto é totalmente formado, a plataforma é elevada, o excesso de pó é removido e um acabamento manual pode ser realizado<sup>5</sup>. Como as estruturas impressas são circundadas pelo pó, não é necessário material de suporte<sup>11</sup>.

A técnica SLS tem vantagens significativas para a Odontologia, particularmente na área da prótese dentária, uma vez que vários materiais como nylon, cera, materiais metálicos, cerâmicas e resinas podem ser usados neste método<sup>11</sup>.



**Figura 4.** Representação de uma impressora SLS. **Fonte:** Produção dos Autores

### Aplicabilidade da impressão 3d na reabilitação oral

Existe uma grande variedade de aplicações da impressão 3D na reabilitação oral, como modelos de estudo e trabalho, guias cirúrgicos para implantes,

padrões de fundição, moldeiras individuais e placas interoclusais.

### Modelos de estudo e trabalho

A possibilidade de confeccionar um modelo através de impressoras 3D vem se tornando cada vez mais aceita na prática clínica para substituição dos modelos convencionais (modelos de gesso)<sup>15</sup>. Tal tecnologia apresenta grandes vantagens como por exemplo: facilidade de armazenamento, assim como recuperação e transferência de dados, quando comparado ao método convencional, que necessitam uma grande área de armazenamento e apresenta risco de danos no transporte<sup>16</sup>.

Embora hoje nem sempre seja necessário imprimir um modelo, estamos acostumados a ver restaurações exibidas em um modelo, mesmo se forem fabricadas digitalmente. Além disso, os dados do modelo do paciente podem ser arquivados digitalmente e impresso apenas quando necessário<sup>11</sup>.

### Guias cirúrgicos para implantes

Guias cirúrgicos precisam ser robustos e precisos, além de permitir a esterilização ou desinfecção para utilização em ambiente cirúrgico. O uso desses guias permitem a transferência de um plano 3D, criado em *software* para o sítio cirúrgico, e como tal, pode ser pensado como uma interface entre o plano virtual e o físico<sup>11</sup>.

Impressoras 3D precisas e materiais de impressão de alta resolução devem ser utilizados para confecção de guias cirúrgicos, porém alguns dos melhores materiais que podem ser utilizados para esse fim, não são autoclaváveis<sup>11</sup>.

### Padrões de fundição

Vários polímeros calcináveis estão disponíveis para as diferentes tecnologias de impressão 3D. Esses polímeros podem ser utilizados para a confecção de estruturas protéticas, e em seguida fundidos através de procedimentos convencionais. Desta forma, restaurações de Dissilicato de Lítio prensado ou estruturas em metal podem ser obtidos pelo meio de manufatura aditiva<sup>17</sup>.

Em 2004 foi feita a primeira descrição de caso clínico do uso de manufatura aditiva para fabricar um padrão de fundição para uma estrutura metálica de uma prótese parcial removível<sup>7</sup>.

A vantagem de realizar a impressão em resina/cera e, em seguida, utilizar a técnica convencional de fundição é que há muito menos pós-processamento envolvido do que no processo Impressão 3D de metais<sup>11</sup>.

### Moldeiras individuais

Moldeiras individuais também podem ser fabricadas através das tecnologias de manufatura aditiva. O design produzido em *software* permite o controle de um espaço homogêneo para o material de

impressão e reduz os procedimentos manuais. Este processo de fabricação pode ser usado em qualquer procedimento clínico onde é necessária uma moldeira individual<sup>7</sup>.

### Placas interoclusais

Usualmente, uma placa interoclusal é feita à mão em laboratório. Portanto, os custos são razoavelmente altos e o tempo necessário é de aproximadamente uma semana da confecção até que o paciente possa usá-la. A manufatura aditiva abre a possibilidade de fabricar placas com mais eficiência, alcançando prazos de entrega mais curtos. Esta tecnologia também pode melhorar a precisão da placa reduzindo o tempo necessário para ajustes<sup>18</sup>.

## 4. DISCUSSÃO

As tecnologias de manufatura aditiva representam uma inovação para a reabilitação oral. Cada vez mais os cirurgiões-dentistas e técnicos em prótese dentária se tornam adeptos da impressão 3D. Muitos dos trabalhos de laboratório que eram produzidos por processos artesanais agora são produzidos digitalmente, deixando apenas os acabamentos finais para serem aplicados manualmente, tornando o processo de confecção de próteses e demais dispositivos relacionados à reabilitação oral mais rápido e com cada vez menos intervenção humana, implicando em menos erros e maior agilidade na execução das etapas.

Para Darwood *et al.*, (2015)<sup>11</sup>, apesar de os aparelhos de impressão 3D estarem prontamente disponíveis por mais de uma década, são desenvolvimentos e acesso à tecnologia do scanner, software de design auxiliado por computador e o avanço do poder computacional, que começaram a tornar prático o uso da tecnologia de impressão 3D.

Segundo Simoneti, (2018)<sup>2</sup>, a facilidade de impressão, obtenção de modelos de alta resolução, associado à diminuição do custo das impressoras fez com que a tecnologia ganhasse um lugar de importância na área odontológica. Este pensamento corrobora com o de Fernandes, (2019)<sup>14</sup>, que diz que a impressão 3D tem se tornado uma constante desde o seu aparecimento, devido à acessibilidade das mesmas e ao elevado número de aplicações possíveis. Com rápida execução, custos baixos e um alto nível de personalização.

Manuelli *et al.*, (2018)<sup>19</sup> e Camardella *et al.*, (2017)<sup>20</sup> pesquisaram a acurácia dos modelos odontológicos produzidos em impressora 3D e modelos de gesso, e concordam ao afirmar em seus resultados que as medidas em modelos de gesso e modelos impressos mostram algumas diferenças significativas, mas essas não foram clinicamente relevantes.

Vasques (2018)<sup>21</sup> produziu um estudo clínico randomizado comparativo entre placas miorelaxantes produzidas através de impressoras 3D e placas produzidas convencionalmente em laboratório. Ao fim do estudo foi observado que os pacientes que

pertenciam ao grupo que fez uso de placas produzidas por impressão 3D relataram melhor conforto em comparação ao grupo que usou a placa confeccionada de forma convencional.

De acordo com Vasconcelos *et al.*, (2018)<sup>8</sup> e Hattori *et al.*, (2011)<sup>1</sup> foram comparados a efetividade de guias cirúrgicos produzidos pela técnica convencional e pela estereolitografia. Imagens adquiridas por tomografia computadorizada foram comparadas, antes e após a instalação dos implantes, obtendo-se diferenças de posicionamento e angulações. Os autores concluíram que os implantes instalados com guias produzidos por estereolitografia eram mais bem posicionados que os instalados utilizando guias convencionais.

A impressão 3D já possui aplicabilidade diversa na odontologia e apresenta uma grande perspectiva de tornar possível muitos outros tratamentos e abordagens interessantes para a fabricação de restaurações dentárias. Para isso torna-se necessário cada vez mais pesquisas nesta área.

## 5. CONCLUSÃO

Através desse estudo podemos concluir que as tecnologias de manufatura aditivas são uma realidade na prática odontológica atual, especialmente quando falamos em reabilitação oral. As diversas técnicas disponíveis para impressão 3D apresentam vantagens e desvantagens, bem como indicações de uso conforme sua especificidade. Essa tecnologia vem viabilizando a elaboração de uma grande quantidade de procedimentos de forma ágil e totalmente digital, consequentemente com cada vez menos suscetibilidade a falhas por intervenção humana.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] Hattori KE, Marotti J, Gil C, et al. Inovações tecnológicas em reabilitação oral protética. RGO. Revista Gaúcha de Odontologia (Online). 2011; 59:59-66.
- [2] Simoneti DM. Coroas dentárias temporárias em impressão 3D. [Tese] Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2018.
- [3] Camargo IF, Manetti LP, Zeczkowski M, et al. Sistemas CAD/CAM e suas Aplicações na Odontologia: revisão da literatura. Revista uninga. 2018; 55, (S3):221-228.
- [4] Alharbi N, Wismeijer D, Osman RB. Additive Manufacturing Techniques in Prosthodontics: Where Do We Currently Stand? A Critical Review. Int J Prosthodont. 2017 September/October;30(5):474-484.
- [5] Madhav VNV, Daule R. Rapid prototyping and its application in dentistry. J Dent Allied Sci. 2013; 2(2): 57-61.
- [6] Oberoi G, Nitsch S, Edelmayr M, et al. 3D printing—encompassing the facets of dentistry. Frontiers in bioengineering and biotechnology. 2018; 6:172.
- [7] Revilla-León M, Özcan M. Additive Manufacturing Technologies Used for Processing Polymers: Current Status and Potential Application in Prosthetic Dentistry. J Prosthodont. 2019 Feb; 28(2):146-158.
- [8] Vasconcelos BE, Farias RS, Matos JDM, et al. A tecnologia 3D e suas aplicações na Odontologia moderna—uma revisão sistemática de literatura. Full Dent Sci. 2018; 10:37.
- [9] Sun J, Zhang FQ. The application of rapid prototyping in prosthodontics. J Prosthodont. 2012 Dec; 21(8):641-4.
- [10] Torabi K, Farjood E, Hamedani S. Rapid Prototyping Technologies and their Applications in Prosthodontics, a Review of Literature. J Dent (Shiraz). 2015 Mar;16(1):1-9.
- [11] Dawood A, Marti Marti B, Sauret-Jackson V, et al. 3D printing in dentistry. Br Dent J. 2015 Dec; 2019(11):521-9.
- [12] Dudek P. FDM 3D printing technology in manufacturing composite elements. Archives of metallurgy and materials. 2013; 58(4):1415-1418.
- [13] Groth C, Kravitz ND, Jones PE, et al. Three-dimensional printing technology. J Clin Orthod. 2014; 48(8):475-85, 2014.
- [14] FERNANDES EMQR de et al. Impressoras 3D em medicina dentária são uma realidade? [Tese] Instituto Universitário Egas Moniz; 2019.
- [15] Fleming PS, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. Orthod Craniofac Res. 2011 Feb; 14(1):1-16.
- [16] Wan Hassan WN, Yusoff Y, Mardi NA. Comparison of reconstructed rapid prototyping models produced by 3-dimensional printing and conventional stone models with different degrees of crowding. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2017 Jan; 151(1):209-218.
- [17] Revilla-León M, Sánchez-Rubio JL, Oteo-Calatayud J, et al. Impression technique for a complete-arch prosthesis with multiple implants using additive manufacturing technologies. J Prosthet Dent. 2017 Jun; 117(6):714-720.
- [18] Salmi M, Paloheimo KS, Tuomi J, et al. A digital process for additive manufacturing of occlusal splints: a clinical pilot study. J R Soc Interface. 2013 Apr 24; 10(84):20130203.
- [19] Manuelli M, Huanca Ghislanzoni L, Farronato M, et al. Comparison of linear transverse measures between plaster and resin printed digital models. J Biol Regul Homeost Agents. 2018 Mar-Apr; 32(2 Suppl. 2):81-85.
- [20] Camardella LT, Vilella OV, van Hezel MM, et al. Accuracy of stereolithographically printed digital models compared to plaster models. J Orofac Orthop. 2017 Sep; 78(5):394-402.
- [21] Vasques MT. Desenvolvimento de uma técnica de desenho digital e impressão em 3D de placas oclusais e sua aplicabilidade no tratamento de pacientes com disfunção temporomandibular. [Tese] São Paulo: Universidade de São Paulo. 2018.