



**FAPAC- FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS INSTITUTO  
TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

**KELVEN RIBEIRO SPENER  
LUAN LUIS DE FREYN**

**IMPRESSÃO 3D EM ODONTOLOGIA E ANÁLISE DE ALGUNS MATERIAIS**

**PORTO NACIONAL - TO**

**2020**

**KELVEN RIBEIRO PENER  
LUAN LUIS DE FREYN**

**IMPRESSÃO 3D EM ODONTOLOGIA E ANÁLISE DE ALGUNS MATERIAIS**

Projeto de Pesquisa de Trabalho de conclusão de curso submetido ao Curso de Odontologia do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto LTDA, como requisito para a obtenção do Grau de Bacharel em Odontologia.

Orientador Prof. Esp. Leonardo Brito Querido

**PORTO NACIONAL - TO  
2020**

**KELVEN RIBEIRO SPENER  
LUAN LUIS DE FREYN**

**IMPRESSÃO 3D EM ODONTOLOGIA E ANÁLISE DE ALGUNS MATERIAIS**

Artigo científico apresentado e defendido em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ e aprovado perante a banca examinadora constituída pelos professores:

---

Prof. Esp. Leonardo Brito Querido – Orientador  
Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto

---

Prof.  
Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto

---

Prof. Me. Luis Otávio Jonas  
Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto

**PORTO NACIONAL - TO  
2020**



## IMPRESSÃO 3D EM ODONTOLOGIA E ANÁLISE DE ALGUNS MATERIAIS

### 3D PRINTING IN DENTISTRY AND ANALYSIS OF SOME MATERIALS

Kelven Ribeiro Spener<sup>1</sup>

Luan Luis De Freyn<sup>1</sup>

Leonardo Brito Querido<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Acadêmicos do Curso de Odontologia – Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos

<sup>2</sup> Prof. Esp. Leonardo Brito Querido - Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos

**RESUMO:** Introdução - A tecnologia CAD/CAM tem o propósito de simplificar, automatizar e facilitar o processo de confecções protéticas, como consequência, a redução do tempo de execução e custos. Essa tecnologia traz um conceito de “fábrica inteligente” que melhora o relacionamento do homem com a robótica. Uma das características marcantes da Prototipagem Rápida, é transformar objetos tridimensionais virtuais em objetos 3D reais, obtidos sob capturas triangulares de imagens do objeto 2D. Métodos - Realizar um ensaio mecânico de teste a flexão das resinas para impressão 3D biocompatíveis com a cavidade oral. Resultados – Os resultados foram satisfatórios, onde as resinas de impressão 3D se comportaram com boa resistência a flexão. Discussão: A literatura afirma que as resinas de impressão 3D se comportam semelhante aos demais materiais utilizados no mercado, e mediante a este teste laboratorial se comprovou tais afirmações. Considerações finais – Espera que os Cirurgiões - Dentistas possam através desta pesquisa, conhecer e utilizar com mais propriedades as resinas de impressão 3D biocompatíveis disponíveis no mercado da Prótese Dentária.

**Palavras-chave:** CAD/CAM. Impressão 3D. Prototipagem Rápida. Resinas impressão 3D biocompatíveis.

**ABSTRACT:** Introduction - The CAD / CAM technology has the purpose of simplifying, automating and facilitating the process of prosthetic garments, as a consequence, the reduction of execution time and costs. This technology brings a concept of "smart factory" that improves the relationship between man and robotics. One of the outstanding characteristics of Rapid Prototyping is to transform virtual three-

dimensional objects into real 3D objects, obtained under triangular captures of 2D object images. Methods - Carry out a mechanical test to test the flexion of resins for 3D printing biocompatible with the oral cavity. Results - The results were satisfactory, where the 3D printing resins behaved with good resistance to bending. Discussion: The literature states that 3D printing resins behave similarly to other materials used in the market, and through this laboratory test such statements have been proven. Final considerations - Expects that Surgeons - Dentists can, through this research, know and use with more properties the biocompatible 3D printing resins available in the Dental Prosthesis market.

**Keywords:** CAD / CAM. 3D printing. Rapid Prototyping. Biocompatible 3D printing resins.

## 1 INTRODUÇÃO

A expressão CAD/CAM em se tratando de odontologia, é designada pelo desenho de uma peça protética no computador (Computer Aided Design - CAD) e em seguida fresagem por máquina assistida por computador (Computer Aided Manufacturing - CAM). É uma tecnologia que foi introduzida na Odontologia nos meados dos anos 1970, por Bruce Altschuler, nos EUA, François Duret, na França, e Werner Mormann e Marco Brandestini, na Suíça (CORREIA et al., 2006).

Em meados da década de 80 a integração dos sistemas CAD, CAE e CAM, o processo de concepção, desenvolvimento, testes, cálculos, estruturação e finalização de protótipos tornaram-se mais eficazes. A Prototipagem Rápida (PR) do inglês Rapid Prototyping destacou-se por sua aceleração no processo de produção, tornando-se um processo de reprodução rápida de uma peça com as mesmas características de um modelo virtual CAD (CÁCERES, 2005).

Para tanto, Correia et al., (2006) afirma que o propósito desta tecnologia é simplificar, automatizar, facilitar o processo de confecção, e tendo como consequência a redução dos custos. Partindo do pressuposto acerca das impressoras 3D, há relatos de seus primeiros estudos em meados de 1970, apresentando um bom tempo de existência e uso, porém nesta presente década tem se difundido com mais velocidade.

A PR consiste na criação de objetos reais, oriundos de sistemas CAD ou escaneamento por Scanner 3D em objetos reais finalizados, diferenciando das demais formas de construção CAM, como usinagem, fresagem e torneamento, pois constrói adicionando material camada a camada de forma milimétrica constituindo a forma e

gerando volume, que por consequência gera menos desperdício, economiza tempo e custo (FERNANDES; MOTA, 2016).

Portanto, segundo Kravitz et al., (2018) para se obter um modelo odontológico impresso 3D não é simples como um só apertado de botão. Primeiramente deve-se criar um arquivo Stereolithography (STL) obtido através de um escaneamento intra-oral ou de modelo em gesso, depois exportá-lo para um *software* CAD, onde ocorre a reparação do arquivo STL adequando ao objetivo do trabalho, para que por fim se envie tal modelo digital à uma impressora 3D para assim realizar a materialização do arquivo digital. Isto posto, deve-se buscar entender o *software* CAD/CAM para a impressão 3D e, finalmente, para a construção do seu laboratório de impressão digital no consultório.

## 2 METODOLOGIA

Este artigo trata-se da abordagem qualitativa que será desenvolvida a partir de revisões sistemáticas na literatura científica e prática de estudo laboratorial dos materiais utilizados na pesquisa.

O projeto será conduzido em clínica e laboratório de prótese particular e dependências do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Nacional (ITPAC) no período de Fevereiro de 2019 a Maio de 2020.

A população estudada e beneficiada serão os C.D's e T.P.D's, que atuam na área da odontologia digital. Assim, as amostras a serem obtidas derivam de vasta pesquisa em literatura científica, estudo laboratorial do material proposto e abordado neste trabalho científico.

As variáveis analisadas foram: sistemas de CAD/CAM, impressoras 3D, resinas adequadas a estas impressoras, qualidades e especificações dos materiais disponíveis no mercado, benefícios desta tecnologia aos C.D's e T.P.D's, de modo final, dificuldades da utilização desta tecnologia aos C.D's e T.P.D's.

O quadro abaixo é composto pelo nome comercial das resinas utilizadas neste trabalho, e suas características físicas e mecânicas disponibilizados pelos próprios fabricantes.

Quadro 1 - Matéria prima utilizada

| Propriedades e Resinas 3D   | Smart Print Bio – Provisórios A2 - (Makertech Labs) | Smart Print Bio – Provisórios BL2 - (Makertech Labs) | Resina priZma 3D Bio Splint - Placas miorrelaxantes - (Makertech Labs) | COSMOS SPLINT- Resina de Impressão 3D -Placas Miorrelaxantes - (Yllor Digital) |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Resistência Flexão          | 62,47 Mpa                                           | 58,4 – 65,4 Mpa                                      | 73,39Mpa                                                               | 88Mpa                                                                          |
| Monômero Residual           | -                                                   | -                                                    | -                                                                      | <0,1%                                                                          |
| Biocompatibilidade          | SIM                                                 | SIM                                                  | SIM                                                                    | SIM                                                                            |
| Densidade                   | -                                                   | -                                                    | -                                                                      | 1,1g/mm <sup>3</sup>                                                           |
| Viscosidade                 | 255-320 Cps                                         | 255-320 Cps                                          | -                                                                      | 700-1200ps                                                                     |
| Ponto de Fulgor             | -                                                   | -                                                    | -                                                                      | >95°C                                                                          |
| Dureza Shore D              | 78-85                                               | 78-85                                                | 72-85                                                                  | -                                                                              |
| Tensão de Ruptura (Mpa)     | 59,08 Mpa                                           | 59,08 Mpa                                            | 44,97Mpa                                                               | -                                                                              |
| Deformação na Ruptura (%)   | 8,34%                                               | 8,34%                                                | 5,06%                                                                  | -                                                                              |
| Carga Máxima (N)            | 1384,35 N                                           | 1384,35 N                                            | 835,55N                                                                | -                                                                              |
| Módulo Elástico (Gpa/Mpa)   | 1,78 Gpa                                            | 1,78 Gpa                                             | 2,21 Gpa                                                               | 2450Mpa                                                                        |
| Módulo Secante 1% (Gpa/Mpa) | 1,74Gpa                                             | 1,74Gpa                                              | 2,20Gpa                                                                |                                                                                |
| Absorção de Água            | <34µg/mm <sup>3</sup>                               | <34µg/mm <sup>3</sup>                                | -                                                                      | -                                                                              |
| Solubilidade                | <6,7µg/mm <sup>3</sup>                              | <6,7µg/mm <sup>3</sup>                               | -                                                                      | -                                                                              |

Fonte: Elaborado pelos autores.

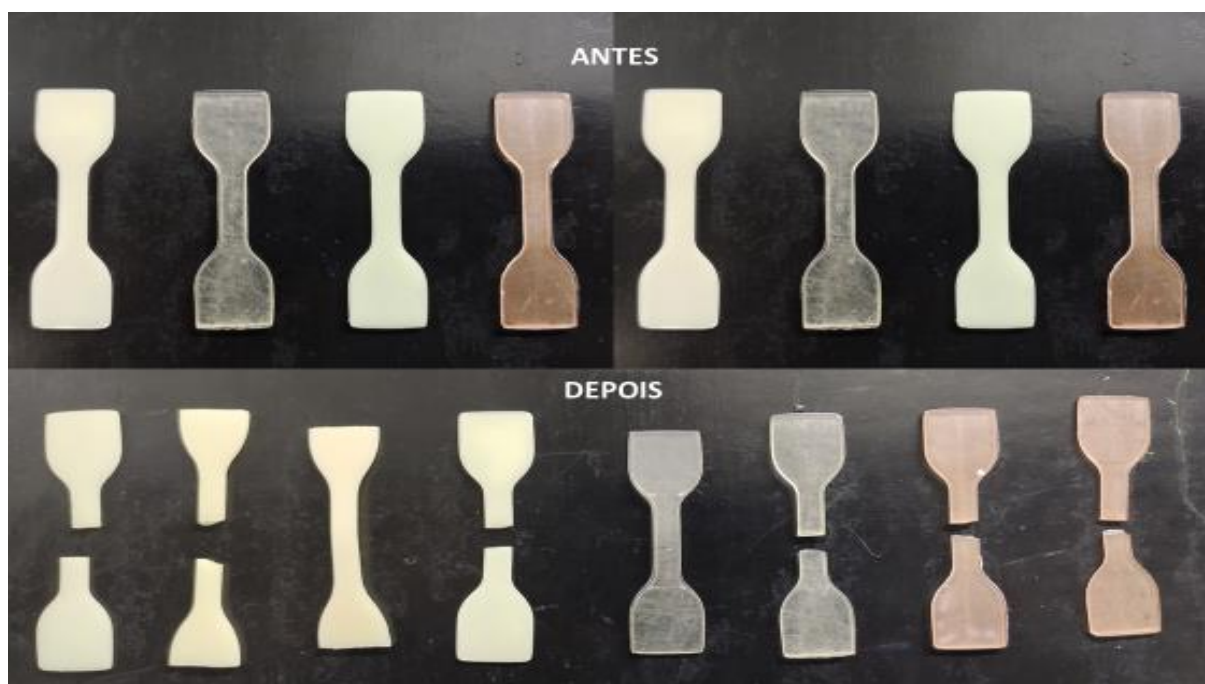
Para os ensaios subsequentes serão confeccionados corpos de prova utilizando uma impressora 3D DLP – Photon (Anycubic), desenhados de forma virtual em software CAD gratuito de edição de malhas Meshmixer® (Autodesk, USA), determinando as características dimensionais finais dos mesmos.

Os corpos de prova contendo os materiais de estudo em questão serão fabricados com medida de 1,5 mm e 2,0 mm de espessura, 50,8 mm de comprimento e 12,7 mm de largura na extremidade e 4,0mm de largura na região central, vide figura (1), conforme a norma de referência ASTM D638:2014 - “Standard Test Method for

Tensile Properties of Plastics”. Serão impressos na impressora 3D DLP – Photon (Anycubic), sendo:

- Corpo 1 – uma unidade do material COSMOS SPLINT- Resina de Impressão 3D - Placas Miorrelaxantes - Yller Digital;
- Corpo 2 – uma unidade do material COSMOS SPLINT- Resina de Impressão 3D - Placas Miorrelaxantes - Yller Digital;
- Corpo 3 - uma unidade do material Resina priZma 3D Bio Splint - Placas miorrelaxantes - Makertech Labs;
- Corpo 4 - uma unidade do material Resina priZma 3D Bio Splint - Placas miorrelaxantes - Makertech Labs;
- Corpo 5 - uma unidade do material Resina Smart Print Bio – Provisórios BL2 - Makertech Labs;
- Corpo 6 - uma unidade do material Resina Smart Print Bio – Provisórios BL2 - Makertech Labs;
- Corpo 7 - uma unidade do material Resina Smart Print Bio – Provisórios A2 - Makertech Labs;
- Corpo 8 - uma unidade do material Resina Smart Print Bio – Provisórios A2 - Makertech Labs.

Figura 1 - Corpos de prova (antes e depois do ensaio)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a construção virtual dos corpos de prova, estes são inseridos no software CAM de fatiação Chitubox™ (China), que por sua vez determina como a impressora 3D DLP – Photon (Anycubic) irá realizar a impressão dos corpos de prova em suas dimensões pré-determinadas de forma individual.

Em conclusão a impressão será realizada utilizando-se Impressora 3D DLP – Photon (Anycubic), através do processo de polimerização da resina líquida dispersa no tanque, adicionado camada a camada do material em espessuras de 0,05mm no eixo Z.

Após a impressão 3D, os corpos de prova são imersos e lavados em álcool isopropílico por 5 minutos. Posteriormente passam pelo processo de pós cura em câmara Ultra-Violeta (UV) com potência de 72W por 16 minutos.

A caracterização mecânica será realizada a partir de corpos de prova padronizados pós curados. Utilizando-se metodologia de ensaio a tração adaptada das determinações ASTM D638:2014 - “*Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*” e ASTM D790:2017 - “*Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*”.

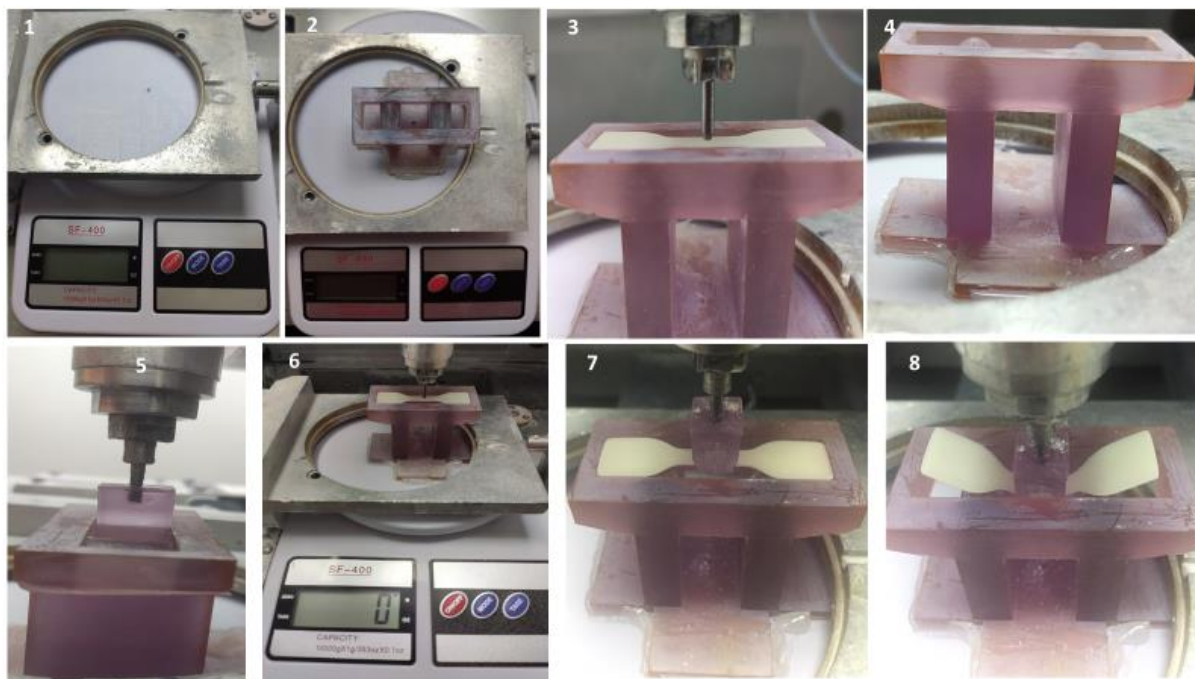
Entretanto os corpos de ensaio a tração foram adaptados para serem utilizados no teste de resistência a flexão, pois o equipamento utilizado neste trabalho não obteve bom desempenho em relação aos corpos padronizados pela norma (ASTM D790), a ponto de não produzir fraturas dos corpos de prova originais. Por conseguinte, foi alcançado o objetivo proposto para a simplificação da metodologia original utilizando e adaptando o equipamento disponível na região para ensaios mecânicos de Flexão.

A modeladora/fresadora da marca Roland de Prototipagem Rápida Substrativa (SRP, JP) modelo MDX – 40a, com spindle no eixo Z foi utilizada, adaptando-a para o ensaio laboratorial. Esse equipamento consiste em um spindle no eixo Z móvel e uma plataforma de base fixa.

Fixou-se a balança de precisão digital de 10 kg na base da fresadora/modeladora, marcou-se o centro da balança segundo Figura (2.1), sendo feito um orifício de 2mm no centro da base do acessório receptor dos corpos de prova (vide item 2.2), alinhando a marcação do centro da balança ao centro do acessório receptor dos corpos de prova, fixando o mesmo na balança segundo Figura (2.2).

Marcou-se também o centro de um corpo de prova teste para alinhar o spindle do eixo Z da fresadora/modeladora ao acessório receptor dos corpos de prova segundo Figura (2.3).

Figura 2 (2.1 a 2.8) - Equipamentos de teste laboratorial



Fonte: Elaborado pelos autores.

O acessório receptor dos corpos de prova foi projetado e confeccionado em software CAD gratuito de edição de malhas Meshmixer® (Autodesk, USA), e impresso na impressora 3D DLP – Photon (Anycubic), com altura de 40.2 mm (levando em consideração a altura máxima do spindle da modeladora/fresadora adaptada para o teste em questão), largura de 65.2 mm e comprimento de 65.2 mm, utilizando como referência o acessório de três dobras padrão para testes de resistência a flexão padronizado pela norma ASTM D790:2017 - “*Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*”.

Este mesmo dispositivo foi projetado para acomodar os corpos de provas com suas medidas já especificadas acima sendo composto por duas bigornas arredondadas com raio de 5 mm a uma distância de centro a centro, das mesmas, de 25.4 mm para que seja incidido uma força ao centro exato do corpo de prova em teste conforme Figura (2.4).

O nariz de carga foi projetado e confeccionado em software CAD gratuito de edição de malhas Meshmixer® (Autodesk, USA), impresso na impressora 3D DLP – Photon (Anycubic), possuindo largura de 10.0 mm, altura de 11.2 mm e comprimento de 13.4 mm, com base reta e projeção arredondada com o raio de 5mm. No centro da base possui um furo de 2.4 mm de diâmetro e 5 mm de comprimento para adaptação da fresa metálica, que é adaptada ao spindle do eixo Z da fresadora, conforme Figura (2.5).

O corpo de prova foi colocado no acessório receptor dos corpos de prova, movimentando-se o nariz de carga até o marco zero conforme Figura (2.6), momento exato em que o nariz de carga entrava em contato com o corpo de prova sem exercer peso na balança, à vista disso, qualquer movimento do nariz de carga no eixo Z resultará em carga aplicada no corpo de prova flexionando-o e gerando peso sobre a balança conforme Figura (2.7).

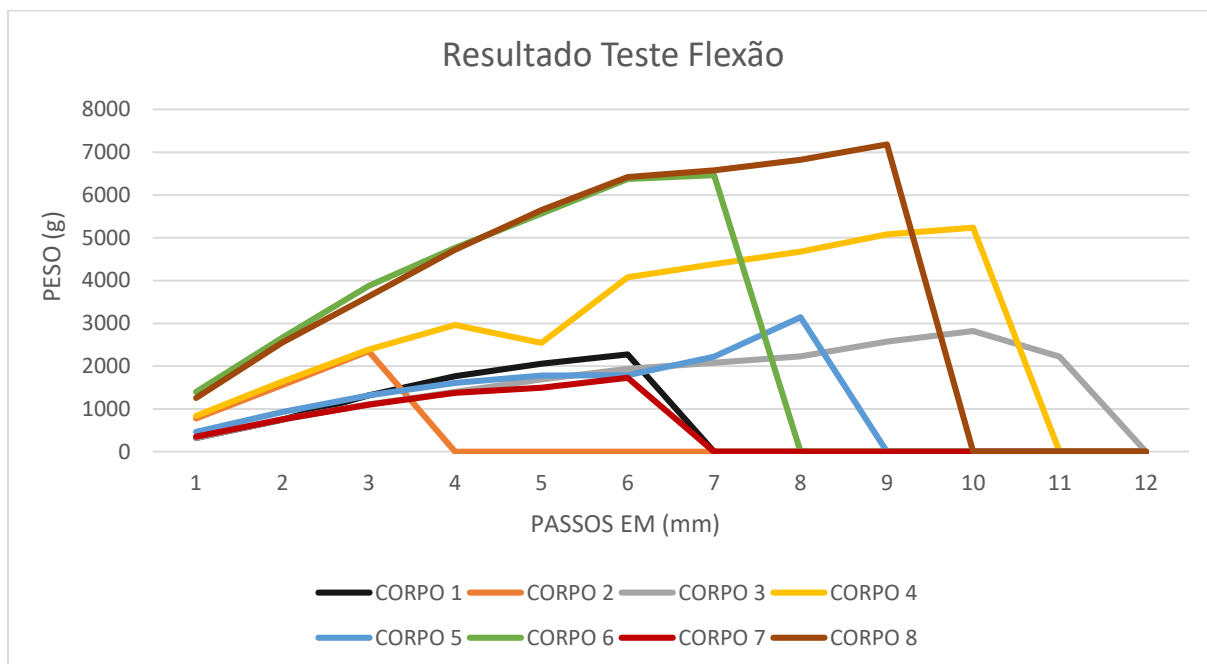
O teste de ensaio a flexão foi programado com passos de 1 mm a cada 5 segundos de tempo, até a ruptura do corpo de prova ou limite de força excedido pela máquina conforme Figura (2.8).

### **3 RESULTADOS**

Posteriormente aos ensaios dos testes laboratoriais de resistência a flexão, obtivemos os seguintes resultados: foram selecionados oito corpos de prova, dois corpos de prova de cada modelo de resina 3D diferindo um do outro somente em espessuras, 1,5mm e 2mm respectivamente.

Conforme o gráfico (1), cada corpo de prova representa uma trajetória de carga em Gramas (g) conforme dado os passos em Milímetros (mm), chegando a seu ponto máximo de resistência e explanado pela linha decrescente a fratura ou limite máximo de carga exercida pela máquina.

Gráfico 1 - Resultados dos testes laboratoriais



Fonte: Elaborado pelos autores.

Como consequência, no gráfico (1) dos oito corpos de prova, seis tiveram a ruptura devido a força exercida sobre os mesmos, que são: corpo 1, corpo 2, corpo 4, corpo 5, corpo 6 e corpo 7. Contudo, os corpos 3 e 8 deformaram até o limite máximo de força da máquina e não houve ruptura dos corpos de prova.

Após o ensaio do teste de resistência a flexão, pode-se observar que as resinas de provisórios (corpos 5, 6, 7 e 8), o teste realizado com os corpos 5 e 7 que são de 1.5 mm de espessura, caracterizando próteses provisórias menos espessas, no entanto, o corpo 7 teve mais resistência a flexão quando comparado ao corpo 5, importante salientar que ambos os corpos de prova fraturaram antes do limite de força da máquina.

Todavia, com a exposição dos corpos 6 e 8 que correspondem as próteses provisórias mais espessas de 2 mm de espessura, a resina do corpo 6 mostrou-se mais resistente a flexão comparada a do corpo 8, onde o corpo de prova 6 fraturou e o corpo de prova 8 chegou ao limite de força da máquina sem fraturar.

No ensaio de teste de resistência a flexão com resinas 3D para placas interoclusais, sendo os corpos de prova (1, 2, 3 e 4), notou-se que nos corpos 1 e 3 referentes a espessura de 1.5 mm, o corpo 1 teve menos resistência a flexão que o corpo 3, ponderando que o corpo 3 chegou ao limite de força da máquina sem fraturar e o corpo de prova 1 fraturou.

Conquanto, os corpos de prova 2 e 4 que correspondem as placas interoclusais mais espessas de 2 mm, o corpo 2 teve mais resistência a flexão em relação ao corpo 4, ressalta-se que ambos fraturaram.

#### 4 DISCUSSÃO

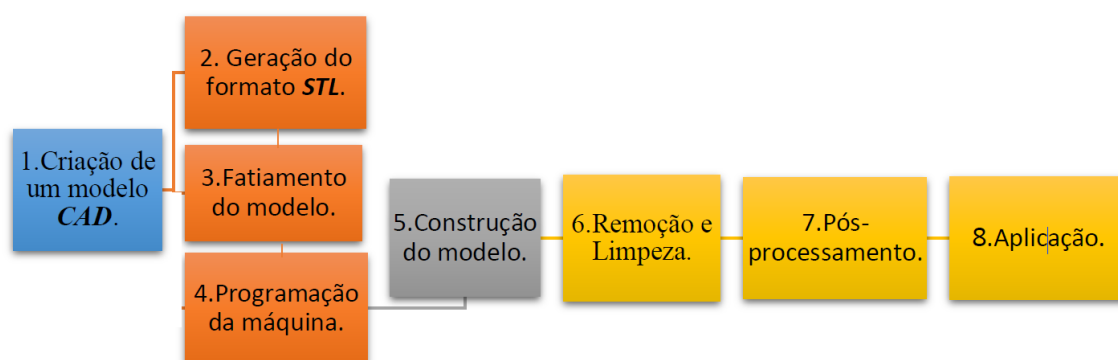
A evolução da tecnologia e a integração de soluções digitais estão transformando todas as áreas da Saúde. O fenômeno chamado de “saúde digital” revolucionou a forma como os pacientes acessam informações médicas e também melhorou os métodos diagnósticos e terapêuticos, tornando-os mais precisos e previsíveis. Assim, como em todas as áreas da saúde, a Odontologia contemporânea incluiu os sistemas baseados em computação gráfica e robótica como uma ferramenta útil para o C.D. nas diversas especialidades, dentre eles destaca-se o planejamento das próteses, a ortodontia e a cirurgia (AZEVEDO et al., 2018, p. 1).

Segundo Balem (2010); Fernandes; Mota, (2016) afirmam que há relatos dos primeiros usos de impressão 3D por volta de 1970, mas só na presente década tem se difundido com mais velocidade. Evidencia-se o benefício da PR para o fato de criar objetos reais oriundos de modelos virtuais 3D, diferindo das demais formas do processo CAM como usinagem, fresagem e torneamento, pois adiciona material camada a camada construindo forma e volume, gerando menos desperdício, economia de tempo e custo. A PR carrega características muito relevantes que reproduzem estruturas fidedignas, excelentes estabilidades dimensionais e reprodução do modelo 3D na cor e forma desejada.

De acordo com Biscaro et al. (2013), Correia et al. (2006) e Miranda (2004), pontuam que os sistemas CAD/CAM atuam com uma integralização de passo a passo onde várias etapas sendo bem executadas, desempenham excelente qualidade, estética e função. As restaurações CAD/CAM possuem melhores adaptações marginais, e apresentam vantagens como: redução do tempo de produção, processo de fabricação controlado por computação tendo alta precisão, onde *softwares* apontam erros passíveis de corrigi-los antecipadamente, possibilidade de utilizar novos materiais e também facilidade de refazer peças rapidamente uma vez que os modelos digitais estão armazenados.

Com o planejamento do caso clínico finalizado e totalmente digitalizado, é possível realizar conjuntamente as guias, enceraamentos e próteses, através do auxílio de impressoras 3D conforme figura (3), ou mesmo enviar imagens para que sejam confeccionados tais produtos através de usinagem com fresadoras, concomitantemente pelo processo CAM (VERCRUYSEN et al., 2000; MARTELLI et al., 2016).

Figura 3 - Etapas da Manufatura Aditiva



Fonte: Argôlo (2019)

Conforme Boldrini (2018); Carvalho (2007); Pivesso (2018) afirmam que a tecnologia de impressão 3D DLP faz a polimerização de uma resina líquida foto sensível (acrílica, epóxica ou vinil) composta de monômeros, foto iniciadores e aditivos, contida em um reservatório, com projeção de imagem LED UV (entre 385nm e 405nm) promovendo a formação de uma cadeia polimérica entre as moléculas do monômero dispersas na resina, ocorrendo a solidificação na plataforma de movimentação do eixo Z. Após a conclusão desse primeiro passo, a plataforma desce imergindo a primeira camada solidificada na resina líquida, para que a nova camada seja polimerizada sobre a primeira e, assim, sucessivamente, até a conclusão do modelo. A impressão 3D se tornou mais acessível pelo fato de simplificar o processo de produção, com a probabilidade de (onde pode) ser fabricado em equipamentos de bancadas, tendo um custo energético e material atrativo, reduzindo a variabilidade do fator humano, sendo a produção mais rápida e replicável, com grande potencial de crescimento no mercado odontológico e laboratorial.

Rosen (2015); Simonteti (2018); Vasques (2018); Vasques et al. (2019) declaram que materiais para serem impressos em impressoras 3D tem passado por

constantes testes. As primeiras tentativas se deram com resina acrílica, se comportando bem no quesito de reatividade e velocidade de impressão, porém, tiveram mal desempenho em questão de propriedades mecânicas e alta contração. Atualmente a Manufatura Aditiva (MN) carregam tecnologia híbrida, onde há uma mistura entre os acrilatos e epóxi, para assim compensar os pontos antes negativos. Surgiram então as resinas biocompatíveis com propriedades adequadas como (dureza, resistência a abrasão, solubilidade, sorção de água, estabilidade dimensional) sendo passíveis de esterilização, sendo estas, comparáveis às resinas acrílicas, tradicionalmente utilizadas em odontologia. Quando manuseadas de acordo com as recomendações de cada fabricante, tais resinas de impressão 3D são propícias a uso intraoral e podem suportar forças entre 58,7N - 133,7N e módulos de elasticidades entre 452,4Mpa - 513,3Mpa tendo indicações clínicas em casos de reabilitação oral. Quanto as placas interoclusais impressas 3D, confeccionadas para espessuras oclusais de (2mm) tem desempenho superiores às placas interoclusais laboratoriais quanto a conforto, melhor adaptação da superfície interna da placa, se mostrando um método duplicável e viável economicamente.

As resinas 3D utilizadas no ensaio são biocompatíveis para uso odontológico e são comumente utilizadas em restaurações provisórias, placas interoclusais, guias cirúrgicos, visando suas indicações para uso clínico, foi realizado este ensaio laboratorial para verificar a resistência a flexão destes materiais.

No teste de resistência a flexão dos corpos 5 e 7, que tem espessuras de 1,5mm em se tratando do corpo 5, sofreu mais flexão do que o corpo 7, portanto, aponta ser mais rígido podendo sofrer ruptura mais facilmente. Sendo os dois corpos aceitáveis para sua função de provisórios e o corpo 5 teve melhor desempenho.

No teste de resistência a flexão dos corpos 6 e 8 que possuem espessuras de 2mm o corpo de prova 8 teve um desempenho superior ao corpo 6, por sofrer mais flexão, a ponto da máquina chegar ao limite máximo de força e não fraturar, mostrando que em espessuras maiores tem mais resistência que o corpo 6. O corpo de prova 8 teve melhor desempenho nos testes, não sabendo o real motivo, sendo necessário novos estudos mais aprofundados para investigar tal discrepância flexural.

No teste de resistência a flexão dos corpos 1 e 3, que tem espessuras de 1,5mm observamos que o corpo 1 fratura, confirmando o quadro (1), onde tem sua característica de mais resistência a flexão em comparação ao corpo 3, sendo mais flexível chegando ao limite de força da máquina, sem fraturar.

No teste de resistência a flexão dos corpos 2 e 4, que possuem espessuras de 2mm o corpo 4 foi superior ao corpo 2, onde o corpo 2 fratura com pouca carga, confirmando o quadro (1), em relação a sua maior resistência a flexão, portanto, o corpo 4 demonstra que tem excelente desempenho flexural.

As resinas utilizadas para o ensaio laboratorial, disponíveis no mercado brasileiro, sendo referência, de acordo com suas indicações, já citadas neste trabalho. Devido os resultados apresentados, cada resina se comporta com maior desempenho e eficácia de acordo com sua espessura, mais delgada ou mais espessa, e apresentam altas taxas de resistência a flexão.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa laboratorial concluiu-se que as resinas de impressão 3D biocompatíveis desempenharam bons resultados no teste a flexão, comprovando-se que podem ser utilizadas em reabilitações orais, no âmbito de provisórias e também como placas interoclusais.

Por fim a tecnologia CAD/CAM, as Impressões e resinas 3D biocompatíveis elucidadas no trabalho são promissoras e tem se tornado novas opções de materiais na odontologia, contudo, a escassez de trabalhos na literatura atual, devido a produção destes materiais biocompatíveis serem recentes, são necessários mais estudos para que o meio acadêmico difunda as aplicações e a confiabilidade para o uso odontológico.

## 6 REFERÊNCIAS

ARGÔLO, I.F.T.; Caracterização térmica e mecânica de materiais impressos pelo processo de estereolitografia. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Saúde) Universidade Estadual da Paraíba**, CAMPINA GRANDE-PB, jun. 2019.

AZEVEDO, J. F.; FERNANDA, C.; ZERBINAT, L. P. O Fluxo Digital na Odontologia Contemporânea. **J Dent Pub H**, Salvador, v. 9, n. 4, p. 252-253, dez. 2018.

BALEM, F. P. A utilização prototipagem rápida na odontologia. **Monografia (Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, jan. 2010.

BISCARO, L. et al. An In Vivo Evaluation of Fit of Zirconium-Oxide Based Ceramic Single Crowns, Generated with Two CAD/CAM Systems, in Comparison to Metal Ceramic Single Crowns. **Journal of Prosthodontics**, v. 22, 2013.

BOLDRINI, D. D. L. Avaliação da qualidade e da adaptação de estruturas metálicas para próteses parciais removíveis obtidas por manufatura aditiva e convencional. **Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica) Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas**, Piracicaba, mar. 2018.

CÁCERES, K. P. S. Efeitos da variação da espessura do corte tomografico e da largura do campo de visão (fov) na reprodução de estruturas ósseas finas, com a finalidade de prototipagem rápida - estudo in vitro. **Monografia (Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia) Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, jun. 2005.

CARVALHO, E. M. Prototipagem na odontologia: obtenção e uso. **10º Congresso Internacional de Técnicos em Prótese Dentária**, out. 2007.

CORREIA, A. R. M. et al. CAD-CAM: A informática a serviço da prótese fixa. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 35, n. 2, p. 183-189, 2006. ISSN 1807-2577.

FERNANDES, A. V. S.; MOTA, F. A. O. Impressoras 3D: Uma Compreensão da Evolução e Utilização. **IX Simpósio de Informática Tecnologia Aplicada ao Desenvolvimento Sustentável (Instituto Federal do Norte de Minas Gerais)**, jun. 2016.

KRAVITZ, N. D.; GROTH, C.; SHANNON, T. Software CAD / CAM para impressão tridimensional. **Journal of clinical orthodontics**, v. 52, n. 1, p. 22-27, jan. 2018.

MARTELLI, N.; SERRANO, C.; VAN DEN BRINK, H.; PINEAU, J.; PROGNON, P.; BORGET, I.; Advantages and disadvantages of 3-dimensional printing in surgery: A systematic review. **Surgery**. 2016 June; 159(6):1485-500. doi: 10.1016/j.surg.2015.12.017.

MIRANDA, P. Os sistemas de CAD adotados no segmento projetual. [www.quatter.com.br/cadcae.htm](http://www.quatter.com.br/cadcae.htm), 2004.

PIVESSO, B. P. Efeito da velocidade de polimerização na qualidade da impressão 3D DLP de uma resina odontológica experimental fotopolimerizável. **Dissertação (Mestre em Ciências) Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo**, São Carlos, 2018.

ROSEN, R.; VON WICHERT, G.; LO, G.; BETTENHAUSEN, K. D.; (2015). About The Importance of Autonomy and Digital Twins for the Future of Manufacturing. **IFAC-PapersOnLine**, 48(3), 567–572. doi:10.1016/j.ifacol.2015.06.141.

SIMONETI, D. M.; Coroas dentárias temporárias em impressão 3D. **Tese (Doutora em Clínica Odontológica) Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Pelotas**, Pelotas, dez. 2018.

VASQUES, M. T.; Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Pelotas. **Tese (Doutora em Ciências) Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de São Paulo**, São Paulo, 2018.

VASQUES, M. T.; MULDER, J.N.S.; MACHADO, D.S.; LAGANÁ, D.C.; The influence of the post-processing method on knoop hardness of photosensitive resins for 3D SLA printer used in Dentistry. **Clin Lab Res Den** 2019: 1-9.

VERCRUYSEN, M.; FORTIN T.; WIDMANN, G.; JACOBS, R.; QUIRYNEN, M.; Different techniques of static/dynamic guided implant surgery: modalities and indications. **Periodontol**. 2000; 66:214–27. doi: 10.1111/prd.12056.