

GUILHERME RAMOS DA ROCHA

**Confecção de Próteses Totais Removíveis a partir do fluxo de trabalho
digital: uma revisão narrativa**

2022

GUILHERME RAMOS DA ROCHA

**Confecção de Próteses Totais Removíveis a partir do fluxo de trabalho digital:
uma revisão narrativa**

Monografia apresentada à
Faculdade de Odontologia da UFU
para a obtenção de certificado de
conclusão de Graduação.

Orientador: Profa. Germana de Villa
Camargos

2022

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder saúde, conduzir meus caminhos e me dar a dádiva da vida.

Aos meus pais Valdir e Shirlei por sempre confiarem no meu potencial, me dar todo o suporte necessário ao longo da minha formação acadêmica, sendo apoio incontestável durante todos os dias de minha vida.

A minha orientadora, Prof Germana, por aceitar de prontidão o convite para realização deste trabalho, pela atenção, carinho e dedicação que foram dados a mim.

A Prof Morgana, por ser sinônimo de acolhimento e sabedoria, quem devo agradecer por muitas oportunidades e conhecimento.

A minha namorada, Renata por sempre estar ao meu lado. Com certeza, essa caminhada se tornou mais leve com sua presença em meu dia a dia.

A todos meus amigos, aos quais não tenho palavras para expressar minha gratidão por tantos momentos felizes.

A Universidade Federal de Uberlândia, a quem devo minha formação e por me proporcionar tantas oportunidades enriquecedoras em Odontologia.

...

Sumario

RESUMO	5
ABSTRACT	6
2. MATERIAL E MÉTODOS	8
3. DESENVOLVIMENTO	9
3.1. MÉTODOS DE CONFEÇÃO DE PTR DIGITAIS	9
3.1.1 MÉTODO DE CONFECCÃO SUBSTRATIVO (MCS)	9
3.1.2 MÉTODO DE CONFECCÃO ADITIVO (MCA)	10
3.1.3 Comparação método de confecção aditivo versus subtrativo	12
3.2 FLUXOS DE TRABALHO EM PRÓTESE TOTAL REMOVÍVEL DIGITAL	14
3.2.1 Fluxo digital extenso em PTR	15
3.2.2 Fluxo digital em PTR com duas consultas: “The reference denture..... technique”	19
3.2.3 Fluxo digital em PTR com três consultas	20
4 PERSPECTIVAS FUTURAS E LIMITAÇÕES DAS PTR DIGITAIS	20
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
6 REFERÊNCIAS	21

RESUMO

O propósito deste trabalho de conclusão de curso é revisar a literatura disponível sobre próteses totais removíveis digitais em relação aos métodos de confecção, fluxos de trabalho e perspectivas futuras. Foram realizadas buscas específicas na base de dados PubMed por dois revisores independentes a fim de coletar toda a literatura publicada até 2022 relacionada ao tema. A literatura indica que a confecção de próteses totais com fluxo de trabalho totalmente digital é uma realidade e tem se popularizado devido a redução no número de sessões clínicas e maior acurácia no processo de fabricação das próteses com propriedades físico-mecânicas melhoradas. Quanto ao método de confecção, a maioria dos sistemas de fabricação de próteses totais digitais tem utilizado o método subtrativo (fresagem) para obter as próteses definitivas, enquanto o método aditivo tem sido utilizado para fabricar as próteses totais provisórias, “tryins” ou próteses imediatas. Tal diferença deve-se principalmente aos materiais utilizados em cada técnica e os diferentes processos de polimerização empregados. Em suma, a incorporação da tecnologia CAD/CAM nas etapas clínicas e laboratoriais da confecção de próteses totais otimizará o fluxo de trabalho e possibilitará a obtenção de próteses com melhores propriedades físico-mecânicas. Entretanto, mais pesquisas nesta área, especialmente aquelas clínicas, são necessárias sobre os sistemas CAD/CAM e impressoras 3D, fluxos de trabalho e materiais disponíveis e em desenvolvimento para a confecção de próteses totais digitais a fim de expandir o seu uso na área de prótese removível.

Palavras-chave: Desenho Assistido por Computador. Impressão Tridimensional. Prótese Total.

ABSTRACT

This study aimed to review the available literature on digital removable complete dentures regarding fabrication methods, workflows and future perspectives. The methodology included applying a search strategy, defining inclusion and exclusion criteria, selecting the studies, and summarizing the results. Specific searches of the PubMed database were performed by two independent reviewers to collect all literature published up to 2022 related to the topic. The literature indicates that the fabrication of full dentures with fully digital workflow is a reality and has become popular due to the reduction in the number of clinical sessions and greater accuracy in the prosthesis fabrication process with improved physical-mechanical properties. In relation to the manufacturing method, most of the digital complete dentures manufacturing systems has used the subtractive method (milling) to obtain the definitive prostheses, while the additive method has been used to manufacture the provisional total prostheses, "try-ins" or immediate prostheses. This difference is mainly due to the materials used in each technique and the different polymerization processes employed. In summary, the incorporation of CAD/CAM technology in the clinical and laboratory stages of complete dentures fabrication will optimize the workflow and make it possible to obtain prostheses with better physical-mechanical properties. However, more research in this area, especially clinical research, is needed on CAD/CAM systems and 3D printers, workflows, and materials available and under development for making digital complete dentures in order to expand their use in the field of removable prosthetics.

Keywords: Computer-Aided Design. Denture, Complete. Printing, ThreeDimensional.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil vive um período de transição demográfica, com nítido envelhecimento populacional (VASCONCELOS; GOMES, 2012). O grupo dos idosos passou de 4,7% da população, em 1960, para 12,6% em 2012, e a estimativa é que em 2030, esse grupo seja maior que o grupo de crianças com até 14 anos. Avanços tecnológicos e melhoria das políticas de saúde pública possibilitaram o aumento da expectativa de vida da população brasileira. Porém a saúde bucal da população, especialmente dos idosos não acompanhou estes avanços. Especula-se que o número de pacientes edêntulos nesta população idosa poderá chegar a 64 milhões em 2040. Logo, a necessidade de reabilitar proteticamente esses pacientes continuará sendo uma constante em saúde pública (CARDOSO *et al.*, 2016; VASCONCELOS; GOMES, 2012).

Apesar dos avanços nos tratamentos odontológicos para edentulismo após o advento dos implantes, a reabilitação com próteses totais removíveis (PTRs) continua sendo uma das opções de tratamento protético mais populares e tradicionais para pacientes desdentados que apresentam limitações sistêmicas, anatômicas e/ou financeiras (LEE; SAPONARO, 2019). Os métodos de fabricação de próteses totais convencionais permaneceram inalterados nos últimos 70 anos desde a introdução do polimetilmetacrilato em 1936 (MURRAY; DARVELL, 1993). Para a confecção das PTRs de maneira convencional, são necessárias no mínimo cinco sessões clínicas: (1) exame clínico e moldagem anatômica; (2) moldagem funcional; (3) registro maxilomandibular e seleção dos dentes artificiais; (4) avaliação funcional da montagem dos dentes artificiais; (5) instalação das próteses, além dos controles posteriores (TADACHI, 1983).

Todavia, com o avanço das tecnologias digitais e desenvolvimento de novos materiais odontológicos, a confecção de próteses totais totalmente digitais tornou-se uma realidade e tem se popularizado por otimizar a atividade clínica e laboratorial diária (VAN NOORT, 2012). O primeiro relato sobre o uso da tecnologia digital para a confecção de próteses totais foi publicado em 1994 por Maeda, o qual utilizou fotopolímeros e tecnologia de prototipagem rápida. Desde então houve um notório desenvolvimento nas técnicas empregadas e nas

tecnologias CAD/CAM (Computer-aided design/ Computer-aided manufacturing) associadas permitindo com que as próteses totais digitais pudessem ser confeccionadas com propriedades mecânicas melhoradas e em até duas sessões clínicas (DE OLIVEIRA LIMÍRIO *et al.*, 2021). Adicionalmente, o número de sessões clínicas para os controles posteriores pode ser reduzido uma vez que a acurácia das PTRs digitais tem se mostrado superior à das PTRs convencionais (GRANT *et al.*, 2016; WANG *et al.*, 2021).

Embora essa tecnologia ainda esteja em desenvolvimento, ela pode oferecer benefícios significativos para os pacientes, especialmente idosos, quando comparada a técnica convencional, devido a redução do número de consultas clínicas (mínimo de duas sessões), melhor adaptação e menor porosidade da base da prótese por utilizar blocos de polímeros pré-sinterizados, desenvolvimento de diferentes esquemas oclusais com facilidade e poucos ajustes, possibilidade de duplicação uma vez que os arquivos CAD são armazenados digitalmente. Além da padronização das pesquisas com pacientes edêntulos e uso como ferramenta de ensino (BIDRA; TAYLOR; AGAR, 2013; SRINIVASAN *et al.*, 2019).

Dessa forma, o propósito deste trabalho de conclusão de curso foi revisar a literatura disponível sobre próteses totais removíveis digitais em relação aos métodos de confecção, fluxos de trabalho e perspectivas futuras.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia dessa revisão narrativa da literatura incluiu aplicar uma estratégia de busca, definição dos critérios de inclusão e exclusão, seleção dos artigos e extração dos dados relevantes. A busca foi realizada na base de dados PubMed até o ano de 2022, utilizando a combinação de descritores MeSH (Medical Subject Heading) e DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) relacionados ao tema, como: (“Denture, Complete” OR “Dental Prosthesis” OR “Dentures”) AND (“Computer-Aided Design” OR “CAD/CAM” OR “CAD/CAM” OR “CAD-CAM”) AND (“Milled”) AND (“3D Printed”) AND (“Digital Denture”).

Dois revisores (G.R.R e G.V.C), então, avaliaram independentemente os títulos e resumos dos estudos, de modo que foram selecionados apenas aqueles

exclusivamente relacionados ao escopo desta pesquisa, ou seja, a aplicação de fluxo de trabalho digital em próteses totais removíveis (PTRs). Não foram aplicadas restrições quanto ao ano de publicação e tipo de estudo, sendo incluídos relatos de caso, série de casos, estudos transversais, estudos casocontrole, estudos de coorte, estudos clínicos randomizados, estudos ecológicos e revisões sistemáticas. Adicionalmente, apenas artigos escritos nas línguas inglesa e portuguesa foram incluídos nessa revisão de literatura narrativa.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. MÉTODOS DE CONFEÇÃO DE PTR DIGITAIS

No fluxo de trabalho digital, o escaneamento virtual e a tecnologia CAD/CAM têm sido utilizados para confeccionar as reabilitações orais totais. No sistema CAD/CAM, o desenho da futura PTR é gerado no computador a partir do escaneamento das estruturas orais (CAD) e, com auxílio de máquinas automatizadas, o desenho é materializado a partir de manufatura subtrativa (usinagem, CAM) ou aditiva (impressoras 3D) (ANADIOTI *et al.*, 2020).

3.1.1 MÉTODO DE CONFEÇÃO SUBSTRATIVO (MCS)

O método de confecção subtrativo (MCS), também conhecido como fresagem ou usinagem é baseado em processos que utilizam máquinas controladas por computadores para desgastar/cortar mecanicamente diferentes materiais a fim de obter a geometria do objeto desejada (STRUB; REKOW; WITKOWSKI, 2006). Este método foi introduzido na odontologia a partir da década de 1970 e aprimorado ao longo dos anos (DURET; BLOUIN; DURET, 1988; MÖRMANN, 2004; YOUNG; ALTSCHULER, 1977). No entanto, as primeiras tentativas de confecção de PTRs com desenho e fabricação assistida por computador aconteceram apenas na década de 90 (MAEDA *et al.*, [s. d.]) e, desde então, houve grande avanço na tecnologia e nas técnicas empregadas para confecção de próteses digitais, na busca por protocolos clínicos e

laboratoriais mais eficientes (ALGHAZZAWI, 2016; KESSLER; HICKEL; REYMUS, 2020).

No método subtrativo de confecção de PTRs, a base da prótese é fresada a partir de um bloco de polimetacrilato de metila (PMMA) polimerizado sob alta temperatura e pressão (INFANTE *et al.*, 2014). Dependendo do sistema CAD/CAM utilizado, dentes artificiais pré-fabricados ou fresados são conectados à base da prótese por meio de procedimentos adesivos como nos sistemas: Zirkonzahn Denture System (Zirkonzahn, Italy), Ivoclar Digital Denture (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), Vita Vionic (Vita Zahnfabrik, Germany) e AvaDent Digital Dentures Bonded Teeth (AvaDent, USA). Em outros sistemas, a base da prótese e os dentes artificiais são fresados juntos a partir de um único bloco de resina (AvaDent Dentures XCL1 e XCL-2, Baltic Denture System (Merz Dental, Germany) e Ivoclar Vivadent Ivotion) (MARINELLO; BRUGGER, 2021).

A principal desvantagem do MCS é o desperdício de materiais, uma vez que grandes porções do bloco de resina permanecem sem serem utilizadas e são descartadas durante o processo (TAO *et al.*, 2017). Outra limitação seria a estética deficiente devido ao uso de dentes monocromáticos (REICH; HORNBERGER, 2002). No entanto, os sistemas têm evoluído bastante em direção a confecção de blocos de resina policromáticos, simulando as camadas de esmalte e dentina presentes nos dentes naturais, resultando em estética mais natural da prótese total digital. (HERRGUTH; WICHMANN; REICH, 2005).

3.1.2 MÉTODO DE CONFECÇÃO ADITIVO (MCA)

O método de confecção aditivo (MCA), também conhecido como impressão 3D ou prototipagem rápida, engloba técnicas que fabricam objetos a partir de finas camadas de material dispostas de maneira sequencial (“layer by layer”), proporcionando a confecção de formas geométricas mais complexas (CAMPBELL, 2012). Para isso, a imagem virtual do objeto é dividida em várias camadas, as quais são posteriormente unidas por meio de agentes de união ou processos de sinterização (HUANG *et al.*, 2013). A acurácia dimensional do objeto impresso depende da espessura de cada camada impressa, a qual pode variar de milímetros a micrometros, dependendo da impressora, material utilizado e da complexidade do objeto impresso (BHARGAV *et al.*; 2018b).

Os dois principais métodos usados para fabricar PTRs digitais impressas em 3D são processamento por luz UV e estereolitografia (SLA). No processo de SLA é utilizado um laser que, ao ser direcionado para um recipiente com resina líquida fotossensível, a polimeriza criando o objeto 3D desejado (CHARLES W. HULL, ARCADIA, 2000). Esse direcionamento do laser se dá camada por camada, solidificando a resina através da fotopolimerização (BARAZANCHI *et al.*, 2017). Logo, ambos os métodos usam uma fonte de luz para polimerizar um fotopolímero líquido, os quais podem ser à base de resina epóxi, resina de éter vinílico ou resina acrílica. O fotopolímero mais utilizado no sistema de impressão 3D para confecção de próteses removíveis é a resina acrílica, a qual possui um fotoiniciador sensível a um determinado comprimento de onda. Esse fotoiniciador absorve energia e libera um catalizador convertendo as pequenas moléculas de monômero em polímeros, o que resulta na fotopolimerização do material (ALAMMAR *et al.*, 2022).

O processo de impressão 3D começa quando a PTR projetada virtualmente é dividida em dois arquivos, um para a base da prótese e outro para os dentes artificiais. Atualmente, só é possível imprimir uma cor de cada vez, por isso a base da prótese e os dentes são orientados separadamente no software específico da impressora de acordo com o tempo de impressão e locais de colocação dos suportes para impressão (SUN; LÜ; WANG, 2009). Finalizada a impressão 3D, tanto a base da prótese quanto os dentes artificiais são limpos em álcool isopropílico para eliminar os resíduos de resinas não polimerizadas. Em seguida, os dentes artificiais são unidos à base da prótese por meio de agentes de união específicos, e expostos posteriormente a temperaturas e comprimentos de onda da luz determinados pelo fabricante para obter melhor polimerização da resina (GOODACRE; GOODACRE, 2022). Os sistemas comerciais disponíveis de impressão 3D para confecção de PTRs são FotoDenta denture (Dentamid, Germany) e Dentca 3D Printed Denture (Dentca, USA) (Schweiger *et al.*, 2018). No entanto, nos últimos anos grandes companhias estão produzindo tecnologia aditiva especificamente para a área odontológica (3D Systems, Rock Hill, SC; Stratasys, Eden Prairie, MN) (BARAZANCHI *et al.*, 2017).

A habilidade de permitir customizações, versatilidade de materiais, rapidez, facilidade no processo de impressão, torna o método de confecção aditivo ainda mais atrativo (CAMPBELL, 2012; KESSLER; HICKEL; REYMUS, 2020). Outra

vantagem da MCA comparado ao MCS é o menor desperdício de materiais, menor custo da impressora 3D comparado a fresadora e a possibilidade de imprimir objetos com designs complexos (GOODACRE; GOODACRE, 2022). Contudo, com a redução nos custos de fabricação das PTRs impressas em 3D, assim como melhorias das resinas utilizadas e das técnicas de impressão, acredita-se que o MCA terá grande importância nas reabilitações totais (BHARGAV *et al.*, 2018).

3.1.3 Comparação método de confecção aditivo versus subtrativo

A comparação entre o MCA e o MCS foi realizada utilizando estudos recentes que compararam PTRs fresadas e impressas quanto às propriedades mecânicas, alterações dimensionais, parâmetros clínicos e fatores centrados nos pacientes e propriedades mecânicas.

Prpić *et al.* em 2020 avaliaram e compararam as propriedades mecânicas (resistência flexural e dureza) das resinas acrílicas a base de polimetilmetacrilato (PMMA) utilizadas para confeccionar as bases das PTRs na técnica convencional (ProBase Hot, Paladon 65, and Interacryl Hot), CAD-CAM (IvoBase CAD, Interdent CC disc PMMA, and Polident CAD/CAM disc), e impressão (NextDent Base). Adicionalmente, um material a base de poliamida (Vertex ThermoSens) também foi avaliado. Com base nos resultados deste estudo *in vitro*, os materiais a base de poliamida e aqueles produzidos por tecnologia CAD/CAM exibiram maior resistência flexural e dureza do que as resinas acrílicas utilizadas na técnica convencional ou em impressoras 3D (PRPIĆ *et al.*, 2020). As PTRs fresadas demonstram melhores propriedades mecânicas uma vez que os discos de PMMA são confeccionadas sob condições de alta temperatura e pressão, resultando na formação de cadeias poliméricas mais longas, com maior grau de conversão de monômero e com mínima contração e porosidade (INFANTE *et al.*, 2014; MURAKAMI *et al.*, 2013; STEINMASSL *et al.*, 2017).

Adicionalmente, a resina fresada é mais hidrofílica, contém menos monômero residual, apresenta menor porosidade, e, portanto, maior resistência ao manchamento e à fratura. Essas características permitem com que a base da PTR fresada seja menos densa e mais resistente, o que resulta em próteses com menor espessura de base proporcionando maior conforto aos pacientes.

HELAL *et al.*; 2022 avaliaram *in vitro* as alterações dimensionais das bases de PTRs confeccionadas por CAD-CAM, impressas 3D ou pela técnica convencional. Um modelo mestre de gesso de uma maxila edêntula com três pontos de referência (papila incisiva, região de molares do lado direito e esquerdo) foi escaneado e o arquivo .stl enviado para uma fresadora para produção de um modelo metálico sobre o qual foram fabricadas 30 bases de próteses totais (Grupo 1: CAD-CAM; n=10; Grupo 2: Impressão 3D; n=10; Grupo 3: convencional; n=10). Todas as bases foram escaneadas após a sua confecção e as alterações dimensionais foram avaliadas em cada grupo por meio do método bidimensional (medidas lineares entre os 3 pontos de referências) e do método tridimensional (superposição dos arquivos .stl da base da prótese e do modelo mestre). Os autores verificaram que a acurácia dimensional da base das próteses produzidas pela tecnologia CAD-CAM foi superior àquela das bases produzidas pela técnica convencional ou impressão 3D (HELAL; ABDELRAHIM; ZEIDAN, 2022). A adaptação da base da prótese na mucosa está relacionada com a retenção, portanto é crítica para o sucesso do tratamento com próteses totais removíveis. Na técnica convencional com polimerização por calor, é comum a ocorrência da contração de polimerização da resina acrílica resultando em pior adaptação da base da prótese devido às alterações dimensionais. Na técnica utilizando impressoras 3D, a acurácia das bases de prova pode sofrer alterações dimensionais dependendo da técnica utilizada, orientação do material e tipo de impressora (BHARGAV *et al.*, 2018).

SRINIVASAN *et al.* 2021 realizaram um estudo clínico randomizado do tipo cruzado para avaliar diferentes métodos de confecção das próteses totais digitais, CAD-CAM ou impressoras 3D, quanto a parâmetros clínicos (desempenho mastigatório e força máxima de mordida), qualidade da prótese, qualidade de vida relacionada à saúde oral, escolha do tipo de prótese, valoração do tratamento pelos pacientes e manutenções protéticas. Para isso, 15 pacientes utilizaram por seis semanas novas PTRs digitais confeccionadas tanto pela tecnologia CAD-CAM quanto pelas impressoras 3D. As etapas clínicas foram realizadas de forma convencional por estudantes de graduação, sendo apenas as etapas laboratoriais finais da confecção das próteses realizadas por meio das tecnologias digitais descritas. As análises foram realizadas no baseline (PTRs convencionais anteriores) e após uma ou seis semanas da instalação de cada

PTRs digitais (CAD-CAM ou impressora 3D). Os achados do estudo confirmam que tanto as PTRs digitais fresadas ou impressas são modalidades válidas de tratamento para os pacientes edêntulos, com a desvantagem de as próteses impressas necessitarem de um maior número de controles posteriores para ajuste da prótese. Apesar desse achado, 7 pacientes optaram por permanecer com as PTRs impressas, enquanto 8 pacientes optaram por permanecer com as próteses fresadas como reabilitações definitivas.

Contudo, devido as evidências científicas atuais a maioria dos sistemas de fabricação de PTRs digitais tem utilizado o método subtrativo (fresagem) para obter as próteses definitivas, enquanto o método aditivo tem sido utilizado para fabricar as próteses totais provisórias, “tryins” ou próteses imediatas. Tal diferença deve-se principalmente aos materiais utilizados em cada técnica e os diferentes processos de polimerização empregados. Entretanto, é importante que o profissional consiga aplicar as técnicas digitais de forma adequada, distinguir as vantagens e limitações de cada método e sistema, tendo em vista que as decisões clínicas devem ser centradas nas especificidades dos pacientes e pautadas em evidências científicas (DE OLIVEIRA LIMÍRIO *et al.*, 2021; SRINIVASAN *et al.*, 2021).

3.2 FLUXOS DE TRABALHO EM PRÓTESE TOTAL REMOVÍVEL DIGITAL

Diferentes fluxos de trabalho, dependentes dos sistemas do fabricante AvaDent (Global Dental Science LLC, Scottsdale, AZ); Ivoclar (Ivoclar Vivadent Inc., Schann, Liechtenstein); Dentca™ (Dentca Inc., Los Angeles, CA); Lucitone Digital Print Denture (Dentsply, Sirona); Amann Girrbach AG e Ceramill full denture system (Koblach, Austria) com sistemas integrados aos fluxos da Vita Vionic (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) e Baltic denture system (Merz Dental GmbH, Lujenburg, Germany)(BABA *et al.*, 2021), são propostos para a confecção de prótese total com uso da tecnologia CAD/CAM, se diferenciando apenas quanto ao número de seções, fluxos 100% digitais ou mistos (analógicodigital), e materiais utilizados. Vale salientar que o sistema AvaDent está disponível comercialmente desde 2011 e desde então foram fabricadas mais de 150.000 próteses totais digitais com esse fluxo de trabalho (GOODACRE; GOODACRE; BABA, 2021).

De um modo geral, o fluxo de trabalho digital é baseado em três elementos: (1) aquisição de dados por meio de diferentes tecnologias de escaneamento; (2) manipulação e processamento dos dados utilizando um software CAD; e (3) produção das próteses por meio de métodos subtrativos (fresagem) ou aditivos (impressão 3D).

Opções de fluxo digital em PTR

3.2.1 Fluxo digital extenso em PTR

O fluxo digital extenso em PTR contempla a maior parte das etapas utilizadas na confecção das PTRs convencionais e é utilizado quando o paciente não tem próteses pré-existentes ou estas não estão em boa condição para serem utilizadas como referência para o escaneamento. O fluxo de trabalho extenso em PTR pode ser analógico-digital (misto ou parcialmente digital), quando moldagem continua a ser realizada de forma convencional (Beuer et al., 2008; P-A Steinmassl et al., 2017; Wimmer et al., 2016), ou totalmente digital.

No fluxo de trabalho analógico-digital, a moldagem é obtida de maneira convencional e o modelo resultante em gesso é escaneado (Touchstone et al., 2010) para confeccionar moldeiras individuais ou bases de prova fresadas ou impressas. Quando o fluxo digital se inicia a partir da base de prova há redução do tempo clínico, pois é possível realizar na mesma sessão clínica a moldagem funcional utilizando a base de prova e o registro maxilomandibular, os quais são posteriormente escaneados utilizando um escâner intra- ou extraoral. Em seguida, o projeto da futura prótese é criado no software CAD e após aprovado, é materializado utilizando métodos subtrativos ou aditivos (Miyazaki et al., 2009; Touchstone et al., 2010). Uma vez que há uma cadeia de procedimentos analógicos-digitais interdependentes, esse tipo de fluxo está sujeito a maior número de erros (Thongthammachat et al., 2002).

Diferentemente, no fluxo de trabalho totalmente digital, o escaneamento/moldagem dos arcos edêntulos já é realizado na primeira sessão clínica utilizando um escâner intraoral, existindo assim apenas modelos virtuais. A produção de uma prótese removível em uma abordagem totalmente digital, elimina o desconforto do paciente relacionado à moldagem convencional pois não haverá reflexo de vômito devido ao escoamento do material de moldagem e

riscos de alergias aos materiais utilizados. Como não há necessidade de preparo e manuseio do molde também haverá redução do tempo clínico e redução dos erros relacionados à distorção dos materiais de impressão (Quaas et al., 2007). Abaixo descrevemos as etapas do fluxo de trabalho extenso em PTR descritas por Lo Russo et al. (2019), o qual utilizou um fluxo totalmente digital associado a tecnologias abertas para a confecção de próteses totais removíveis digitais.

Primeira consulta:

Procedimentos clínicos: Obter a moldagem digital dos arcos edêntulos utilizando um escâner intraoral (TRIOS 3; 3Shape A/S). Processar o escaneamento e exportar os modelos virtuais 3D utilizando a conexão direta do TRIOS com o computador ou por meio do sistema “3Shape communicate system.”

Procedimentos laboratoriais: A partir dos modelos virtuais da maxila e mandíbula, projetar tridimensionalmente as bases de prova utilizando o fluxo de impressão de moldeiras individuais (3Shape A/S, 3Shape Dental System software) sem considerar o espaço para material de moldagem de modo que as bases de prova fiquem justapostas ao rebordo edêntulo. Exportar o arquivo .STL do projeto das bases de prova para o software de uma impressora 3D (Prusa i3 MK3S; Prusa Research) e imprimir as bases de prova utilizando o polímero a base de poliácido láctico (PLA) (Prusament PLA; Prusa Research). Adicionar cera às bases de prova (Bite Wax Rims; Henry Schein, Inc) para obter os planos de orientação.

O tempo de espera aproximado para confecção das bases de prova é de aproximadamente 60 minutos. Caso o dentista e o paciente tenham disponibilidade, os registros maxilomandibulares podem ser realizados nessa consulta.

Segunda consulta:

Procedimento clínico: Realizar a individualização do plano de orientação superior (plano oclusal/incisal, suporte labial, corredor bucal, altura incisal, linhas de referência) e registro das relações maxilomandibulares (RMM: Dimensão vertical de oclusão - DVO e Relação cêntrica - RC). Para registro das RMM, confeccionar canaletas na superfície oclusal dos roletes de cera e utilizar um

material específico para registro (Registrado X-tra; VOCO GmbH). Em seguida, escanear os planos de orientação unidos utilizando um escâner intraoral (TRIOS 3; 3Shape A/S) na mesma sessão clínica ou, enviá-los para o laboratório, no qual podem ser escaneados utilizando um escâner extraoral (E4; 3Shape A/S). Adicionalmente, escanear o terço inferior e médio da face, assim como a face completa, com os planos de orientação em boca e o paciente sorrindo. O escâner intraoral (TRIOS 3; 3Shape A/S) pode ser utilizado para escanear o terço médio e inferior da face e o escaneamento total da face pode ser realizado com um aplicativo de telefone (Dental Pro; Bellus3D Inc).

Procedimento laboratorial: Importar os escaneamentos dos arcos edêntulos e dos planos de orientação para o software 3Shape Dental System. Caso o escaneamento dos planos de orientação tenha sido realizado com escâner intraoral, o alinhamento das imagens se dará de forma automática. No caso do escaneamento extraoral, os planos de orientação devem ser alinhados ao escaneamento intraoral dos rebordos edêntulos utilizando pontos de referência e a função “align to bite” (KOUVELIOTIS *et al.*, 2021). Após o alinhamento das imagens, projetar virtualmente a futura PTR. Nesse momento, as imagens digitalizadas dos terços inferior e médio da face, assim como da face inteira, podem ser importadas dentro do projeto utilizando a função “additional scans”. Essa função alinha todos os escaneamentos, o que permite otimizar o arranjo individual dos dentes artificiais com base no perfil do paciente (LO RUSSO *et al.*, 2020). Posteriormente, o arquivo do projeto virtual da prótese é exportado para uma impressora 3D e impresso em PLA para avaliação estética e funcional dos dentes artificiais.

Terceira consulta:

Procedimento clínico: Avaliação estética e funcional dos dentes artificiais. Nessa fase, caso alterações sejam necessárias, essas podem ser realizadas diretamente na prótese provisória (guia ou “tryin”) por desgaste ou acréscimo de resina composta ou cera. O posicionamento dental também pode ser modificado facilmente, pois o PLA é um polímero termoplástico, ou seja, um instrumento aquecido é suficiente para separar o dente da base de prova e uma vez separado, o dente pode ser reposicionado com cera na posição correta. Posteriormente, as alterações feitas no projeto da prótese podem ser feitas

diretamente no arquivo do projeto virtual PTR ou por meio da importação de um novo escaneamento do tryin após a realização dos ajustes.

Procedimento laboratorial: O projeto virtual aprovado da futura prótese em .stl é exportado para um software CAM (hyperDENT; FOLLOW-ME! Technology Group), no qual a base da prótese e os dentes artificiais são fresados separadamente a partir de blocos de polimetilmetacrilato (PMMA: Smile Cam Total Prosthesis; Pressing Dental Srl) utilizando uma fresadora específica (Roland DWX-51D; Roland DGA Corp). Em seguida, os dentes artificiais são unidos a base da prótese utilizando resina acrílica de polimerização rápida (JetRepair; Lang Dental Mfg Co, Inc).

Vale salientar que no fluxo de trabalho da AvaDent® (Global Dental Science LLC, Scottsdale, AZ) permite a confecção de dois tipos de PTRs: (1) prótese com a base fresada individualmente e dentes artificiais unidos individualmente a essa base utilizando adesivos específicos e, (2) prótese monolítica (AvaDent® XCL) onde os dentes fresados e a base são um corpo único. As próteses monolíticas podem ser feitas com dentes monocromáticos (XCL-1) ou dentes policromáticos (XCL-2), sendo os últimos mais estéticos por possuírem morfologia mais natural com camadas de resina simulando as camadas de esmalte e dentina com suas respectivas características óticas de translucidez e opacidade. O fluxo de trabalho da Ivoclar Vivadent (Ivoclar Vivadent Inc., Schann, Liechtenstein) também usa o método subtrativo para confecção das PTRs definitivas monolíticas (Ivotion Denture System), com a possibilidade de fresar a prótese utilizando um único bloco de PMMA com as cores selecionadas da dos dentes artificiais e da base da prótese. Já as próteses provisórias serem 3D impresas ou fresadas.

Quarta consulta:

Procedimento clínico: Instalação das PTRs digitais.

3.2.2 Fluxo digital em PTR com duas consultas: “The reference denture technique”

Indicado para pacientes com PTRs pré-existentes em condição satisfatória (estabilidade, extensão, oclusão, estética). Por exemplo, aqueles casos em que o paciente não gostou da cor dos dentes.

Primeira consulta (escaneamento, fotos e vídeos):

Procedimentos clínicos: Escanear a PTR pré-existente em 360° (base da prótese e dentes artificiais) utilizando um escâner intraoral ou extraoral. Caso a prótese apresente adequada retenção e adaptação ao rebordo não será necessária a moldagem funcional, ou seja, o escaneamento poderá ser feito sem material de moldagem. Todavia, se a prótese estiver com adaptação insatisfatória será necessário fazer a “recuperação da área da base” por meio de uma moldagem funcional, moldagem do selado periférico seguida da moldagem da superfície de apoio, utilizando a técnica da boca fechada.

Em seguida, realizar um registro interoclusal com material específico (Registrado X-tra; VOCO GmbH) e escaneá-lo, a fim de permitir o alinhamento das próteses pré-existentes em oclusão em relação cêntrica (ORC) no software CAD. Para isso, duas técnicas de escaneamento podem ser utilizadas após a realização do registro interoclusal: (1) utilizar o recurso “escaneamento de mordida” do escâner para capturar o registro interoclusal tanto intra- quanto extraoralmente (posicionar metade da ponta ativa do escâner no arco superior e a outra metade no arco inferior); (2) realizar o escaneamento em 360° do conjunto, prótese superior/inferior com registro interoclusal. O escaneamento deverá contemplar a moldagem funcional de ambos os arcos e o registro interoclusal.

Caso o software da 3shape (3Shape Dental Manager) seja utilizado é possível usar o recurso “copy denture”, o qual permite fazer uma cópia da base e dos dentes das próteses pré-existentes e, posteriormente realizar retoques e ajustes no projeto virtual.

Procedimento laboratorial: Confecção da prótese: arquivo do projeto virtual da futura prótese é exportado para ser impresso tridimensionalmente ou fresado conforme descrito anteriormente para o fluxo extenso.

Segunda consulta: instalação da PTR digital.

3.2.3 Fluxo digital em PTR com três consultas

A única diferença com o fluxo digital em PTR com três consultas comparado com o fluxo de duas consultas é a etapa intermediária destinada à confecção e avaliação clínica do “tryin”. Nesse caso, após a projeção virtual da PTR, os arquivos virtuais resultantes em .stl serão utilizados para imprimir 3D/fresar uma prótese provisória (tryin) utilizando como material o PLA. Na **segunda consulta**, o dentista utilizará o tryin para avaliar a estética, fonética e relações maxilomandibulares da futura PTR digital. Caso seja necessário realizar alterações nas próteses provisórias, essas deverão passar por um escaneamento para que as mudanças realizadas sejam incorporadas no projeto CAD e assim as próteses definitivas possam ser fresadas e instaladas na **terceira consulta**.

4 PERSPECTIVAS FUTURAS E LIMITAÇÕES DAS PTR DIGITAIS

A tecnologia voltada para a confecção de próteses totais removíveis está evoluindo rapidamente e a realização de um fluxo completamente digital já é uma realidade com custo acessível. SRINIVASAN *et al.*, 2019 demonstrou em seu estudo que o tempo clínico e custos laboratoriais para a realização de próteses totais confeccionadas através de fluxo digital foram menores quando comparados ao método convencional, embora o uso dessa tecnologia demande um alto investimento inicial (ANADIOTI *et al.*, 2020; SRINIVASAN *et al.*, 2019).

Para obter reabilitações totais cada vez mais precisas, com adaptação e estética satisfatórias, a tecnologia CAD-CAM está em constante aperfeiçoamento (REKOW, 2020). Impressoras 3D estão sendo fabricadas com tamanhos ainda menores e valores ainda mais baixos, para melhor se adequar às demandas do mercado (KESSLER; HICKEL; REYMUS, 2020). Técnicas de impressão e propriedades físicas das resinas utilizadas para a confecção das próteses totais também estão sendo aprimoradas. Além disso, novas ferramentas estão sendo desenvolvidas para tornar o fluxo digital ainda mais preciso e confiável. Uma delas é o escaneamento facial em associação ao escaneamento intraoral. Nessa técnica, três varreduras faciais são obtidas: posição neutra da cabeça, posição de sorriso forçado e posição com afastadores

de bochecha para expor os dentes anteriores, a fim de auxiliar a confecção das próteses através de correspondência entre o registro intraoral e o perfil facial (BHARGAV *et al.*, 2018)

O crescente aumento no número de pesquisas e publicações clínicas sobre as PTRs digitais em conjunto com a expansão do número e uso dos sistemas de fluxo digital na prática clínica, demonstram a necessidade da incorporação das PTRs digitais nos currículos de graduação e pós-graduação (GOODACRE; GOODACRE; BABA, 2021). O uso de tecnologias digitais associado ao e-learning prepara os discentes a lidar com estas novas técnicas na sua prática clínica diária. O ensino de técnicas digitais apresenta potencial de revolucionar todo o campo da educação odontológica. (ZITZMANN *et al.*, 2020)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recentes avanços na odontologia digital envolvendo a tecnologia CAD/CAM e impressoras 3D, trouxeram novas possibilidades em reabilitações orais totais, resultando em mudanças na rotina clínica e laboratorial. As tecnologias digitais facilitam a comunicação entre cirurgião-dentista, paciente e laboratório de Prótese Dentária, além de reduzirem o tempo/custo do tratamento fazendo com as próteses sejam finalizadas de forma mais rápida e com maior comodidade para o paciente. Com o desenvolvimento de novas tecnologias e materiais odontológicos, já é possível a confecção de próteses totais totalmente digitais com benefícios em relação a técnica convencional, como redução no número de sessões clínicas e melhores propriedades físico-mecânicas. Entretanto, mais pesquisas nesta área, especialmente aquelas clínicas, são necessárias sobre os sistemas CAD/CAM e impressoras 3D, fluxos de trabalho e materiais disponíveis e em desenvolvimento para a confecção de próteses totais digitais a fim de expandir o seu uso na área de prótese removível.

6 REFERÊNCIAS

ALAMMAR, Amirah *et al.* Additive Manufacturing Technologies: Current Status and Future Perspectives. **Journal of Prosthodontics**, [s. l.], v. 31, p. 4–12, 2022.

ALGHAZZAWI, Tariq F. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. **Journal of Prosthodontic Research**, [s. l.], v. 60, n. 2, p. 72–84, 2016. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1883195816000098>.

ANADIOTI, Eva *et al.* 3D printed complete removable dental prostheses: a narrative review. **BMC Oral Health**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 343, 2020. Disponível em: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-02001328-8>.

BABA, Nadim Z. *et al.* CAD/CAM Complete Denture Systems and Physical Properties: A Review of the Literature. **Journal of Prosthodontics**, [s. l.], v. 30, p. 113–124, 2021.

BARAZANCHI, Abdullah *et al.* Additive Technology: Update on Current Materials and Applications in Dentistry. **Journal of Prosthodontics**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 156–163, 2017.

BHARGAV, Aishwarya *et al.* Applications of additive manufacturing in dentistry: A review. **Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials**, [s. l.], v. 106, n. 5, p. 2058–2064, 2018.

BIDRA, Avinash S.; TAYLOR, Thomas D.; AGAR, John R. Computer-aided technology for fabricating complete dentures: Systematic review of historical background, current status, and future perspectives. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, [s. l.], v. 109, n. 6, p. 361–366, 2013. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022391313603182>.

CAMPBELL, Thomas Williams. Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing. **Cbpp.Uaa.Alaska.Edu**, [s. l.], 2012. Disponível em: [http://www.cbpp.uaa.alaska.edu/afef/Additive MFG .pdf](http://www.cbpp.uaa.alaska.edu/afef/Additive%20MFG.pdf).

CARDOSO, Mayra *et al.* Edentulism in Brazil: trends, projections and expectations until 2040. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 21, n. 4, p. 1239–1246, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/i/2016.v21n4/>.

CHARLES W. HULL, ARCADIA, Calif. **Device for the production of threedimensional objects by stereolithography**. Concessão: 2000.

DE OLIVEIRA LIMÍRIO, João Pedro Justino *et al.* Mechanical properties of polymethyl methacrylate as a denture base: Conventional versus CAD-CAM resin – A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022391321001669>.

DURET, Francois; BLOUIN, Jean-Louis; DURET, Bernard. CAD-CAM in dentistry. **The Journal of the American Dental Association**, [s. l.], v. 117, n. 6, p. 715–720, 1988. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002817788760249>.

GOODACRE, Brian J.; GOODACRE, Charles J. Additive Manufacturing for Complete Denture Fabrication: A Narrative Review. **Journal of Prosthodontics**, [s. l.], v. 31, p. 47–51, 2022.

GOODACRE, Charles J.; GOODACRE, Brian J.; BABA, Nadim Z. Should

Digital Complete Dentures Be Part of A Contemporary Prosthodontic Education?. **Journal of Prosthodontics**, [s. l.], v. 30, p. 163–169, 2021.

GRANT, Gerald T. *et al.* Glossary of Digital Dental Terms. **Journal of Prosthodontics**, [s. l.], v. 25, n. S2, p. S2–S9, 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jopr.12532>.

HELAL, Mohamed Ahmed; ABDELRAHIM, Ramy Abdallah; ZEIDAN, Ahmed Abd El-Latif. Comparison of Dimensional Changes Between CAD-CAM Milled Complete Denture Bases and 3D Printed Complete Denture Bases: An In Vitro Study. **Journal of Prosthodontics**, [s. l.], v. 7, 2022.

HERRGUTH, M.; WICHMANN, M.; REICH, S. The aesthetics of all-ceramic veneered and monolithic CAD/CAM crowns. **Journal of Oral Rehabilitation**, [s. l.], v. 32, n. 10, p. 747–752, 2005. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2842.2005.01498.x>.

HUANG, Samuel H. *et al.* Additive manufacturing and its societal impact: a literature review. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, [s. l.], v. 67, n. 5–8, p. 1191–1203, 2013. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00170-012-4558-5>.

INFANTE, Luis *et al.* Fabricating complete dentures with CAD/CAM technology. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, [s. l.], v. 111, n. 5, p. 351–355, 2014. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022391313003740>.

KESSLER, A; HICKEL, R; REYMUS, M. 3D Printing in Dentistry—State of the Art. **Operative Dentistry**, [s. l.], v. 45, n. 1, p. 30–40, 2020. Disponível em: <https://meridian.allenpress.com/operative-dentistry/article/45/1/30/432840/3DPrinting-in-Dentistry-State-of-the-Art>.

KOUVELIOTIS, George *et al.* Complete denture digital workflow: Combining basic principles with a CAD-CAM approach. **Journal of Prosthetic Dentistry**, [s. l.], p. 1–6, 2021.

LEE, Damian J.; SAPONARO, Paola C. Management of Edentulous Patients. **Dental Clinics of North America**, [s. l.], v. 63, n. 2, p. 249–261, 2019. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0011853218300958>.

LO RUSSO, Lucio *et al.* Integrating intraoral, perioral, and facial scans into the design of digital dentures. **Journal of Prosthetic Dentistry**, [s. l.], v. 123, n. 4, 2020.

MAEDA, Y *et al.* A CAD/CAM system for removable denture. Part I: Fabrication of complete dentures. **The International journal of prosthodontics**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 17–21, Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8179777>.

MARINELLO, Carlo P.; BRUGGER, Rudolf. Digital Removable Complete Denture—an Overview. **Current Oral Health Reports**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 117–131, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s40496-021-00299-1>.

MIYAZAKI, Takashi *et al.* A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. **Dental Materials Journal**, [s.

- .], v. 28, n. 1, p. 44–56, 2009. Disponível em: http://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/28/1/28_1_44/_article.
- MÖRMANN, W H. The origin of the Cerec method: a personal review of the first 5 years. **International journal of computerized dentistry**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 11–24, 2004. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15317305>.
- MURAKAMI, Natsuko *et al.* Effect of high-pressure polymerization on mechanical properties of PMMA denture base resin. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, [s. l.], v. 20, p. 98–104, 2013. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1751616113000039>.
- MURRAY, Michael D.; DARVELL, Brian W. The evolution of the complete denture base. Theories of complete denture retention - A review. Part 3. **Australian Dental Journal**, [s. l.], v. 38, n. 5, p. 389–393, 1993. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1834-7819.1993.tb05521.x>.
- PRPIĆ, Vladimir *et al.* Comparison of Mechanical Properties of 3D-Printed, CAD/CAM, and Conventional Denture Base Materials. **Journal of Prosthodontics**, [s. l.], v. 29, n. 6, p. 524–528, 2020.
- REICH, Sven; HORNBERGER, Helga. The effect of multicolored machinable ceramics on the esthetics of all-ceramic crowns. **The Journal of prosthetic dentistry**, [s. l.], v. 88, n. 1, p. 44–49, 2002. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12239479>.
- REKOW, E. Dianne. Digital dentistry: The new state of the art — Is it disruptive or destructive?. **Dental Materials**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 9–24, 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0109564119308061>.
- SRINIVASAN, Murali *et al.* CAD-CAM removable complete dentures: A systematic review and meta-analysis of trueness of fit, biocompatibility, mechanical properties, surface characteristics, color stability, time-cost analysis, clinical and patient-reported outcomes. **Journal of Dentistry**, [s. l.], v. 113, p. 103777, 2021. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300571221001986>.
- SRINIVASAN, Murali *et al.* CAD/CAM milled removable complete dentures: time and cost estimation study. **Journal of Dentistry**, [s. l.], v. 80, p. 75–79, 2019. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300571218304263>.
- STEINMASSL, Patricia-Anca *et al.* Evaluation of Currently Available CAD/CAM Denture Systems. **The International Journal of Prosthodontics**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 116–122, 2017. Disponível em: [http://quintpub.com/journals/ijp/abstract.php?iss2_id=1433&article_id=17120&article=5&title=Evaluation of Currently Available CAD/CAM Denture Systems#.WMLRbvOhxz8](http://quintpub.com/journals/ijp/abstract.php?iss2_id=1433&article_id=17120&article=5&title=Evaluation%20of%20Currently%20Available%20CAD/CAM%20Denture%20Systems#.WMLRbvOhxz8).
- STRUB, Joerg R.; REKOW, E. Dianne; WITKOWSKI, Siegbert. Computer-aided design and fabrication of dental restorations. **The Journal of the American Dental Association**, [s. l.], v. 137, n. 9, p. 1289–1296, 2006. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000281771464318X>.
- SUN, Yuchun; LÜ, Peijun; WANG, Yong. Study on CAD&RP for removable complete denture. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, [s. l.],

- v. 93, n. 3, p. 266–272, 2009. Disponível em:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169260708002496>.
- TADACHI, Tamaki. **Dentaduras completas**. 4. ed. [S. l.]: São Paulo : Sarvier, 1983., 1983.
- TAO, Jing *et al.* Integration of Life Cycle Assessment with computer-aided product development by a feature-based approach. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 143, p. 1144–1164, 2017. Disponível em:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652616320534>.
- THONGTHAMMACHAT, Sudsukh *et al.* Dimensional accuracy of dental casts: Influence of tray material, impression material, and time. **Journal of Prosthodontics**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. ajpro0110098, 2002. Disponível em:
<http://doi.wiley.com/10.1053/jpro.2002.125192>.
- VAN NOORT, Richard. The future of dental devices is digital. **Dental Materials**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 3–12, 2012. Disponível em:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0109564111008955>.
- VASCONCELOS, Ana Maria Nogales; GOMES, Marília Miranda Forte. Transição demográfica: a experiência brasileira. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [s. l.], v. 21, n. 4, p. 539–548, 2012. Disponível em:
http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167949742012000400003&lng=en&nrm=iso&tlng=en.
- WANG, Can *et al.* Accuracy of digital complete dentures: A systematic review of in vitro studies. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, [s. l.], v. 125, n. 2, p. 249–256, 2021. Disponível em:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022391320300470>.
- WIMMER, Timea *et al.* Complete denture fabrication supported by CAD/CAM. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, [s. l.], v. 115, n. 5, p. 541–546, 2016. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022391315006204>.
- YOUNG, John M.; ALTSCHULER, Bruce R. Laser holography in dentistry. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, [s. l.], v. 38, n. 2, p. 216–225, 1977. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/002239137790289X>.
- ZITZMANN, Nicola U. *et al.* Digital Undergraduate Education in Dentistry: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 17, n. 9, p. 3269, 2020. Disponível em:
<https://www.mdpi.com/1660-4601/17/9/3269>.