

ROADMAP TECNOLÓGICO DA IMPRESSÃO EM 3D APLICADA NO SEGMENTO DE PRÓTESES ODONTOLÓGICAS

Daniela Martins Diniz – danidiniz@ufsj.edu.br

*Program of Postgraduate in Intellectual Property and Technology Transfer for Innovation –
Federal University of São João del-Rei*

Denilson Fonseca – denilson@ufsj.edu.br

*Program of Postgraduate in Intellectual Property and Technology Transfer for Innovation –
Federal University of São João del-Rei*

Leonardo L. Carnevalli Dias – leodias@ufsj.edu.br

*Program of Postgraduate in Intellectual Property and Technology Transfer for Innovation –
Federal University of São João del-Rei*

Roberta Chayane Coelho Ribeiro – robertabq@ufsj.edu.br

*Program of Postgraduate in Intellectual Property and Technology Transfer for Innovation –
Federal University of São João del-Rei*

Tania Marília Resende Meireles – taniameireles@ufsj.edu.br

*Program of Postgraduate in Intellectual Property and Technology Transfer for Innovation –
Federal University of São João del-Rei*

Resumo—A Manufatura Aditiva ou Impressão 3D, compreende uma gama de processos de produção com ampla e crescente aplicação em diversas áreas. Caracterizada pelo emprego de equipamentos capazes de fabricar objetos por meio de método aditivo de material, a partir de um modelo digital tridimensional, essa tecnologia é capaz de revolucionar processos produtivos e promover inovação, alterando estratégias de produção, eliminando etapas e permitindo a confecção de produtos de alta complexidade e personalizados. O presente trabalho, consubstanciado em um roadmap, recorreu à pesquisa em mídia especializada, banco de patentes e artigos para identificar o estágio atual da impressão 3D no setor odontológico, assim como os prováveis desdobramentos dessa tecnologia nos curto, médio e longo, prazos. A pesquisa evidenciou que a impressão 3D já é uma realidade no segmento, e que no futuro próximo e de longo alcance, tende-se à busca de melhoramentos dessa tecnologia, porém com maior ênfase em novos métodos de uso e no estudo de novos materiais a serem empregados para a fabricação de produtos com menores custos, maior precisão e com maior agilidade.

Palavras-chave—Impressão 3D. Próteses. Odontológica.

Abstract—The Additive Manufacturing or 3D Printing, comprises a range of production processes with wide and increasing application in several areas. Characterized by the use of equipment capable of making objects by means of an additive method of material, from a three-dimensional digital model, this technology is capable of revolutionizing productive processes and promoting innovation, altering production strategies, eliminating steps, allowing the production of products high complexity and customized. The present work, based on a roadmap, used specialized media research, a patent bank and articles to identify the current stage of 3D printing in the dentistry sector, as well as the probable developments of this technology in the short, medium and long term. The research showed that 3D printing is already a reality in the segment, and that in the near and far-reaching future, we tend to search for improvements in this technology, but with a greater emphasis on new methods of use and in the study of new materials to be used for the manufacture of products with lower costs, greater precision and with greater agility.

Keywords—3D printing. Prosthesis. Dental.

1 INTRODUÇÃO

A manufatura aditiva, também conhecida como impressão 3D ou prototipagem rápida, se caracteriza pelo emprego de equipamento capaz de fabricar objetos por meio da adição de material, camada por camada, a partir de um modelo digital tridimensional, obtido a partir de um sistema CAD (Computer Aided Design), ou desenho assistido por computador (RODRIGUES, et al., 2017).

A primeira impressora 3D foi fabricada em 1984, pelo norte-americano Chuck Hull, usando-se a estereolitografia, tecnologia antecessora da impressão 3D. Hull havia desenvolvido tempos antes a técnica que seria o dispositivo no futuro, quando a mesma apresentava duas relevantes funcionalidades, sendo uma delas a fabricação de lâmpada para solidificação de resina. O dispositivo vem evoluindo a cada ano, tornando-se cada vez mais popular e superando expectativas pelas inúmeras aplicabilidades.

Essa forma de produção contrasta com modelos produtivos convencionais, caracterizados pela subtração de materiais, como na usinagem e na fundição, em que a peça é obtida pela retirada de material.

A manufatura aditiva apresenta como principais características a economia de recursos, uma vez que somente são aplicados os materiais em quantidades suficientes para a fabricação do produto; a eliminação de etapas dos processos de fabricação em relação aos processos convencionais, uma vez que usualmente se emprega apenas a própria impressora no processo. Portanto, permite a construção de modelos e objetos complexos com maior precisão e a custos mais acessíveis.

Inicialmente, os equipamentos de impressão tridimensional tinham como função apenas a produção de protótipos ou modelos, para serem reproduzidos por outras modalidades de fabricação. Hoje, além desta finalidade, a técnica de prototipagem rápida é empregada para a produção final de produtos, em vários segmentos do mercado, como na indústria, construção civil, arquitetura e medicina, utilizando-se uma gama de materiais plásticos, cerâmicos, biológicos e de ligas metálicas.

Portanto, devido a sua versatilidade de aplicação, a área odontológica também faz uma grande utilização dessa tecnologia para planejar e realizar os mais variados tratamentos, como fabricação de próteses provisórias ou permanentes, sejam elas integrais ou suas frações, através de um estudo preliminar do caso de cada paciente, moldes físicos, peças e guias acessórios para auxílio na fabricação das próteses, implantes e até cirurgias para reconstrução de partes buco-maxilo-faciais.

A manufatura aditiva é realizada com o auxílio de exames e imagens digitais, trabalhados em um conjunto de softwares específicos, o CAD/CAE/CAM. As técnicas de CAD/CAE/CAM (ComputerAided Design, ComputerAided Engineering, ComputerAided Manufacture) são fundamentais para o desenvolvimento de desenhos 2D e a modelagem 3D de produtos complexos, suas propriedades mecânicas bem como a comunicação com outros softwares (COUTINHO et al., 2018).

O desenvolvimento de projetos por meio dos sistemas CAD/CAE/CAM são divididos em três partes principais. A primeira delas é a aquisição dos parâmetros a serem desenvolvidos. A modelagem do modelo em ambiente virtual, a definição de todos os parâmetros relacionados ao design do modelo e suas características geométricas. Posteriormente são determinadas suas características mecânicas e estruturais, como materiais e outras características relevantes na engenharia, para a realização dos cálculos necessários e readequação dos parâmetros geométricos quando necessários. Por fim, a última parte do desenvolvimento, a fabricação do modelo a partir de dispositivo específico (AL GHAZZAWI, 2016).

Atualmente, para a operacionalização da prototipagem rápida, associada ao uso indispensável do CAD/CAE/CAM, faz-se necessária a adoção de um dos vários métodos de impressão 3D. Dentre eles, temos o DLP/SLA (Digital Light Processing/Stereolithography), o FDM (Fused Deposition Modeling), o SLS (Selective Laser Sintering), o SLM (Selectivelasermelting) e o EBM (Electronic Beam Melting).

O objetivo da presente pesquisa é a identificação das principais tecnologias aplicadas à odontologia, em especial às que recorrem à manufatura aditiva para a fabricação de próteses dentárias e peças de auxílio a tratamentos odontológicos, traçando as perspectivas para este segmento no curto, médio e longo prazos.

Esse estudo recorreu à pesquisa bibliográfica e a consultas a revistas especializadas, bem como busca de patentes publicadas e pesquisa de artigos científicos, relacionadas ao tema, cujos resultados foram compilados e apresentados em um roadmap tecnológico.

O roadmapping tecnológico (technology roadmapping - TRM), de acordo com Thomas Kappel (2001), é um método conhecido como uma ferramenta de gestão de tecnologia, especialmente para a exploração, correlação e abordagem metódica de recursos tecnológicos e objetivos organizacionais. O TRM visa utilizar a tecnologia para identificação e desenvolvimento de possibilidades que atendam a demandas de mercado, trazendo um produto novo e requisitado. Os roadmappings são usados, progressivamente, para planejar o futuro tecnológico, indicando o que é possível ser trabalhado e como deve ser promovida a busca por inovação.

Mediante as informações adquiridas pela pesquisa no segmento odontológico, foi elaborado um mapeamento das tendências, através do roadmap tecnológico, no que tange ao uso da manufatura aditiva, além das tecnologias já utilizadas, disponíveis no mercado, na fabricação de próteses dentárias, de peças acessórias, físicas e digitais, auxiliadoras dos mais variados tratamentos na área e de próteses para a reintegração buco-maxilo-facial.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Considerada de cunho estratégico para o crescimento e afirmação de empresas e países em um cenário de competitividade global, com mercados cada vez mais exigentes, a tecnologia e seu desenvolvimento têm sido objeto de crescentes estudos que visam identificar o estado tecnológico atual de determinados setores, e, sobretudo, mapear as tendências de mercado em futuros de diferentes prazos, a fim de orientar tomadas de decisões e definição de estratégias empresariais e governamentais.

O mapeamento permite diminuir as incertezas ou transformá-las em riscos. Os riscos podem ser conhecidos, calculados e através desse conhecimento é possível traçar estratégias competitivas. A prospecção tecnológica é uma ferramenta para transformar essas incertezas em risco.

A busca da informação, através da prospecção tecnológica e suas diferentes e alternativas ferramentas e fontes, com vistas à uma gestão eficiente do conhecimento sobre a inserção das organizações e países no universo tecnológico, tem sido objeto de discussão por vários autores. Brady et al. (1997) caracterizam essas ferramentas como um meio materializado em “um documento, estrutura, procedimento sistema ou método” para que a empresa ou a organização atinja seus objetivos.

A prospecção tecnológica representa um suporte essencial e norteador para as atividades de P&D, por projetar cenários e alternativas sociais e mercadológicas possíveis, possibilitando assim a busca por respostas tecnológicas para eventuais problemas no presente e no futuro. Para Kupfer e Tigre (2004), o desenvolvimento de tais respostas podem ser monitoradas pela prospecção tecnológica, que conceituam como “um meio sistemático de mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros capazes de influenciar de forma significativa uma indústria, a economia ou a sociedade como um todo”.

Em síntese, através da prospecção tecnológica, em uma ação de inteligência competitiva e planejamento tecnológico, busca-se obter conhecimento sobre os seguintes aspectos, relativos a uma determinada área de interesse: identificar o estado da arte; monitorar tecnologias emergentes; identificar tecnologias concorrentes; traçar ciclo de vida de determinada tecnologia e identificar empresas concorrentes.

Nesse sentido Franco (2011) afirma que:

A gestão da tecnologia, entretanto, não deve limitar-se às condições presentes. Os desenvolvimentos tecnológicos não são exclusivamente lineares. Assim, a complexidade envolvida requer uma análise mais completa, em que é possível compreender o estado da arte e avançar em projeções futuras, acerca daquilo que se acredita que deve ocorrer. Deste modo, a prospecção de tecnologia representa um apoio indispensável às equipes de P&D preocupadas com o desenvolvimento multidimensional da tecnologia.(FRANCO, 2011, p.3)

Para tal, destaca-se como uma das ferramentas de prospecção tecnológica, com crescente utilização para nortear as estratégias em novas tecnologias, a construção de Technology Roadmaps (TRM), ou mapeamentos tecnológicos, uma técnica de prospecção capaz de permitir a visualização de elementos essenciais da implementação e evolução de produtos associados às tecnologias.

Com um pioneirismo atribuído à indústria automobilística americana, porém somente aplicados com sucesso pela Motorola e pela Corning, no final dos 1970, o Roadmapping Technology caracteriza-se como “um processo de planejamento orientado pela demanda que ajuda a identificar, selecionar e desenvolver tecnologias alternativas para satisfazer a um conjunto de necessidades de um produto.” (Santos et al.,2004).

Ainda segundo os autores, os Technology Roadmapping, podendo ser constituídos de diversos formatos e possuírem metodologias próprias, devem possuir as seguintes etapas: projeção do mercado numa perspectiva de longo prazo, permitindo a definição de uma demanda futura; definição dos requisitos dos produtos que devem atender a essa demanda, sob a perspectiva do fornecedor e definição das tecnologias ou pesquisas necessárias para desenvolver esses produtos.

Para Franco (2011), o roadmap é capaz de apresentar um benefício adicional em sua utilização que é servir também como ferramenta de marketing, isso porque o mapa tecnológico pode exprimir para a sociedade que aquela empresa se preocupa e compreende as necessidades dos seus consumidores e que por isso busca desenvolver individualmente ou em parceiras a tecnologia necessária para suprir seus anseios.

Segundo Phaal et. al. (2003) o uso da técnica de roadmapping pode auxiliar as empresas a ter foco e a visualizar o ambiente e as tecnologias com fins de ter nessa técnica uma ferramenta capaz de auxiliá-las a sobreviver em ambientes turbulentos por proporcionar visualizar e rastrear o desenvolvimento das tecnologias. Os autores afirmam que a abordagem dos roadmaps foram adaptadas pelas organizações com a finalidade de apoiar vários tipos de objetivos estratégicos e que um de seus benefícios é o uso de uma estrutura capaz de proporcionar a visualização do desenvolvimento de tecnologias, de produtos e de mercados e de representar e comunicar planos estratégicos.

De acordo com Cho et.al. (2016), essa ferramenta de gestão demonstra ser eficaz no planejamento da tecnologia e na comunicação dentro de um planejamento amplo. Já para England (ENGLAND, 2006), os roadmaps tecnológicos são mapas descritos por meio de esquemas, apresentados em gráficos baseados em tempo e várias camadas, enquanto o roadmapping tecnológico é o processo de planejamento estratégico que auxilia o estudo das tendências do ramo de negócio e mostra a necessidade de inovação.

O objetivo da pesquisa ora apresentada, é a utilização do roadmapping tecnológico (technology roadmapping - TRM) para a gestão de informações coletadas através de mídias especializadas, patentes publicadas e artigos científicos sobre a aplicação de impressão 3D na produção de próteses odontológicas e o apontamento do futuro das práticas nessa área, a respeito de novos produtos, tecnologias e possíveis combinações entre eles para atender a demanda crescente de soluções em próteses odontológicas aprimoradas.

O roadmapping realizado para esse artigo, apresenta a análise e a concretização dos estudos realizados nas principais bases de dados de pesquisa e também ilustra, através do gráfico, as esferas de produto e tecnologia, no que tange às práticas na atualidade e nos curto, médio e longo prazos.

3 METODOLOGIA

Preliminarmente, foram consultadas mídias especializadas na impressão 3D nas mais diversas áreas, sobretudo, no segmento odontológico, com o intuito de obter conhecimentos e aproximação do tema, visando a definição de palavras-chave para a etapa de prospecção, propriamente dita.

Tal etapa teve como objetivo traçar um histórico da manufatura aditiva e suas aplicações, e principalmente, identificar as tecnologias atuais, suas caracterizações e particularidades.

Em seguida, procedeu-se à prospecção do tema em base de dados de patentes e artigos, com o intuito de identificar as tendências tecnológicas da utilização da manufatura aditiva na odontologia, utilizando como palavras-chave os termos:

3D Printing AND Prosthesis AND Dental; 3D Printing AND Dental; 3D Printing AND Prosthesis AND Teeth; 3D Printing AND Prosthesis AND Tooth; 3D AND Sirona Dental.

As bases de dados acessadas foram Wipo, Espacenet e Patent Inspiration, para busca de patentes publicadas, restringindo a pesquisa aos anos de 2018 e 2019, sendo selecionados 13 documentos de patentes.

Para a prospecção de artigos foi acessada a plataforma de periódicos da CAPES e encontrados textos das plataformas Science Direct, Scopus e também publicações especializadas como o The Journal of Prosthetic Dentistry, Journal of Translational Medicine, tendo a busca retornado 21 artigos, dos quais foram selecionados os artigos trabalhados na pesquisa.

Os documentos obtidos foram organizados em planilha excel, dispostos de forma a expor o estágio atual e também em uma perspectiva de curto, médio e longo prazos, relacionados a produtos e tecnologias associadas à aplicação da manufatura aditiva na área odontológica.

O roadmap foi dividido em colunas no eixo vertical e em faixas no eixo horizontal, retratando as divisões do tempo e fatores relativos a produto e tecnologia, respectivamente.

O estágio atual da tecnologia é representado por informações disponibilizadas em mídia especializada, cujo conteúdo informa as tecnologias já aplicadas e produtos utilizados em tratamentos e em fabricação de próteses dentárias. Para obtenção das informações, foram consultadas revistas especializadas e publicações de fabricantes de equipamentos.

Para curto e médio prazos, foram consideradas as informações disponibilizadas em patentes publicadas, onde são informados também os maiores investidores em pesquisas e desenvolvimento de produtos relacionados à 3D em odontologia.

Para o longo prazo, foram buscadas informações em artigos científicos, cujos conteúdos informam pesquisas ainda em elaboração ou em fase de testes.

4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

A pesquisa por artigos científicos foi realizada no portal de periódicos da CAPES por embarcar outras bases de dados. Na busca por assunto foram inseridas as palavras chaves com operador booleano “and”. As palavras foram definidas com a finalidade de abranger os termos necessários de forma a restringir os resultados para aplicação da impressão 3D em próteses odontológicas. Após a primeira busca foram encontrados 710 resultados passando à busca avançada para delimitar o recorte temporal a ser estudado. Ao restringir a busca ao período de 01/01/19 à 10/07/19 foram retornados 134 resultados, dos quais 21 continham o termo desejado “protheses and implants” obtidos através do refinamento de resultados. Alguns desses artigos foram descartados ao longo da pesquisa por tratar de outros tipos de próteses que não a dentária, ou em que a prótese dentária não era o assunto principal, mas que apenas utilizavam as mesmas técnicas. Os artigos trabalhados foram os específicos de próteses dentárias além de outros selecionados na busca pelas tecnologias para impressoras 3D que constam nas referências bibliográficas.

A busca de patentes, restrita aos anos de 2018 e 2019, apresentou os seguintes resultados, em uma

análise macro, observando as concessões por países e por natureza jurídica dos desenvolvedores e detentores de patentes:

Patentes por detentores /desenvolvedores:	Número de patentes por país:
Pesquisadores independentes (02)	China (04)
Laboratórios/empresas (07)	EUA (04)
Universidades (04)	Luxemburgo (02)
	Espanha (01)
	Portugal (01)
	Rússia (01)

Entre os países, destacam-se a China e os EUA, com 04 patentes cada, seguidos por Luxemburgo, com 02 patentes.

Dentre os detentores e desenvolvedores de tecnologias relativas à manufatura aditiva aplicada à odontologia, há predomínio dos grandes laboratórios, com 07 patentes registradas no período, contra 04 patentes requeridas por universidades e 02 desenvolvidas por pesquisadores independentes.

As aplicações são em guias cirúrgicos, modelos dentários, coroas, bandejas, dentaduras, pontes móveis e aparelhos removíveis. Em todas as fases prospectadas foram identificados produtos e tecnologias que iniciaram suas aplicabilidades e que terão seus usos desenvolvidos ou aprimorados por novas metodologias ou materiais.

ESTÁGIO ATUAL

No estágio atual, algumas tecnologias de impressão 3D foram identificadas, bem como produtos já disponíveis no mercado e fabricados através dessas tecnologias. As resinas biocompatíveis e as resinas calcináveis utilizadas para serem empregadas em tecnologia SLA e DLP são uma realidade no mercado atual. A tecnologia SLA ou estereolitografia é baseada em impressão a laser, já a DLP é baseada em processamento de luz digital. As Lentes de Contato dental, também disponível no mercado, consiste em um laminado extrafino que é colocado sobre a superfície externa dos dentes e utiliza a tecnologia CAD/CAM para ser desenvolvida. Pode ser confeccionada em resina ou faceta de porcelana.

Outra inovação possibilitada pela manufatura aditiva é a fabricação de guias cirúrgicos para colocação de implantes, utilizando softwares que transformam os dados anatômicos do paciente obtidos a partir de tomografia computadorizada em formato compatível com a estereolitografia ou impressão 3D.

Temos ainda a Modelagem de Deposição Fundida (FDM), técnica por prototipagem que utiliza termoplásticos e o escaneamento intraoral que é utilizado para obter o modelo 3D de forma rápida, precisa e proporcionando conforto ao paciente. Além disso, proporciona o escaneamento da oclusão do paciente de forma mais precisa, por não apresentar bolhas que são comuns nos processos de moldagem física.

CURTO/MÉDIO PRAZOS

As patentes identificadas e analisadas demonstram o desenvolvimento de alguns métodos e produtos que tendem a estar no mercado de maneira mais acessível a curto/médio prazos.

Dentre os produtos estão o Escaner extraoral associado à tecnologia CAD/CAM para gerar moldes digitais e a produção de gengiva artificial, que seria também construída e produzida por meio de um sistema CAD / CAM. Após a construção da gengiva baseada em um método de impressão SLS (Selective Laser Sintering), os dentes são, então, inseridos na gengiva artificial.

Dentre os métodos encontrados na busca por patentes temos o método ortodôntico e dispositivo baseado em Inteligência artificial. Obtenção de dados de imagem de TC por via oral marcados, em que os dados de imagem de TC oral marcados circundam a área do dente em cada trama da imagem na forma de uma anotação. Um modelo de dente imprimível é obtido pela combinação do modelo digital tridimensional dos

dentes obtidos a partir dos dados de imagem da TC oral marcada; um aparelho pode ser feito com base no modelo dos dentes.

Outro Método identificado foi o método para fabricação de prótese dentária a partir da geração do modelo da anatomia do paciente, em arquivo digital, mediante sua impressão em 3D, dispensando a confecção de molde negativo dental físico.

LONGO PRAZO

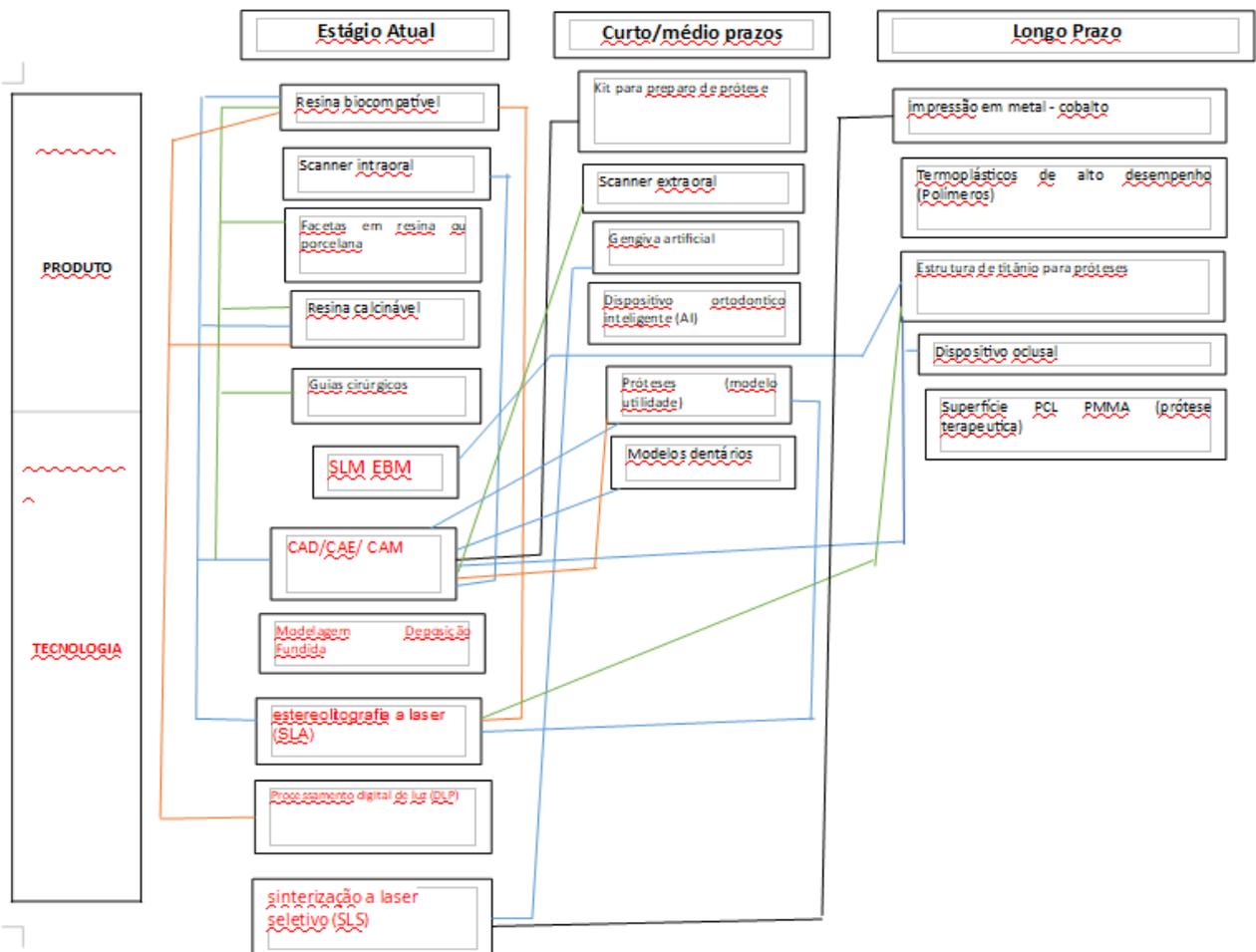
A médio/longo prazo o processo de fabricação desmaterializado, ou seja, a substituição da impressão física por impressão digital através do CAD, um software de desenho da peça protética, que substitui o molde físico desponta como um caminho promissor a ser seguido. Os desafios apontados para a concretização são o treinamento no software e a aquisição dos equipamentos por parte dos consultórios.

A impressão 3D em termoplásticos de alto desempenho para manufatura aditiva - PEEK e ULTEM(PEI), destaca-se nos estudos em andamento e é visto como competidores das impressões 3D em metal - alumínio e aço já usados na odontologia, mas que ainda é um processo caro e demorado. O peek é um biomaterial avançado, um polímero de alta performance, assim como o ULTEM, possuem alta resistência térmica e estabilidade, eles exigem parâmetros de impressão complexos e o número de equipamentos 3D no mercado ainda é pequeno.

Estudos sobre impressão 3D utilizando a técnica FDM também foram encontrados na literatura o que pode indicar o uso dessa tecnologia de impressão e o aperfeiçoamento e melhoramento dos resultados para uma dedução mais rápida e de forma mais fácil após a impressão.

Apesar da predominância da utilização dos termoplásticos nas patentes e nos artigos a Impressão 3D em metal ainda faz parte do meio destacando-se estudos sobre o cobalto e o titânium associados a tecnologia de impressão por sinterização aditiva : SLS, SLM, EBM ou DMLS.

ROADMAP TECNOLÓGICO – IMPRESSÃO 3D APLICADA À ODONTOLOGIA



5 CONCLUSÃO

A partir da análise do ROADMAP TECNOLÓGICO DA IMPRESSÃO EM 3D APLICADA NO SEGMENTO DE PRÓTESES ODONTOLÓGICAS, em uma perspectiva de estágio atual, curto e médio prazos e também no longo prazo, pode-se observar que a manufatura aditiva se encontra presente em práticas odontológicas para a produção de próteses ou equipamentos e procedimentos necessários para confecção das mesmas.

Observou-se o envolvimento e financiamento de alguns segmentos nas pesquisas na área como, Instituições governamentais, universidades e indústrias, o que também é observado entre os depositantes de patentes que giram em torno de universidades, empresas e produtores independentes. O que evidencia que a área pesquisada além do interesse industrial e comercial desperta o interesse público e acadêmico, por se tratar de uma tecnologia importante para a saúde que demanda investimento de várias esferas da sociedade.

Algumas empresas destacam-se nos depósitos das patentes como a Sirona Dental Systems e o Laboratório Dentaire Hornbeck Jacques, representando os principais players no setor de acordo com os documentos de patentes analisados.

Não foi identificado o desenvolvimento de uma nova tecnologia de impressão em estudo, mas sim o desenvolvimento ou aprimoramento das tecnologias existentes, a longo prazo, que ocorrerão por novos métodos de uso ou novos materiais a serem utilizados por essas mesmas tecnologias. Os materiais e métodos em desenvolvimento e expansão a curto/médio e longo prazos foram identificados no roadmapping e a inovação na área se dará pela combinação e aplicação das tecnologias já existentes em novos usos. Essa combinação das tecnologias existentes e novos usos com os materiais em estudo, se implementadas, poderão proporcionar rapidez, precisão, eficácia, conforto aos pacientes, resultados individualizados, específicos para cada paciente. As principais vantagens identificadas na pesquisa com a utilização da impressão 3D na odontologia são: maior precisão, diminuição do peso das peças, diminuição nos custos. Isso irá proporcionar um maior atendimento de demandas, em menor espaço de tempo, e mais competitividade.

À medida que algumas patentes expiram, isso proporciona, gradativamente, o aumento em investimento e conseqüentemente o melhoramento por parte de um número maior de empresas o que propicia um aumento no número de empresas que passam a fornecer termoplásticos e a desenvolver novos produtos e tecnologias a serem patenteadas. Fazendo mover o ciclo de investimento, desenvolvimento e inserção de produtos no mercado.

REFERÊNCIAS

AL GHAZZAWI, T. F. Advancements in CAD/CAM technology: options for practical implementation. **Journal of Prosthodontic Research**, v.60, n.2, p.72-84, apr. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jpor.2016.01.003>>. Acesso em: 12 jul.2019.

ARUTYUNOV, Darchoevich S. et al. **METHOD OF HORIZONTAL MOTION OF TEETH WITH INCLUDED DENTAL DEFECTS** Depósito: 12 abr. 2018. Concessão: 11 fev. 2019. Disponível em: https://pt.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=pt_PT&FT=D&date=20190211&CC=RU&NR=2679591C1&KC=C1. Acesso em: 10 jul. 2019.

BENOIT, Blum; ALEXIS, Dupasquier; HERVE, Richard. **KIT FOR PREPARING DENTAL PROSTHESIS** Depósito: 19 out. 2016. Concessão: 26 abr. 2018. Disponível em: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=3&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20180426&CC=JP&NR=2018064938A&KC=A. Acesso em: 10 jul. 2019.

BRADY, T. et al. Tolls for technology management: An academic perspective. *Technovation*, v. 17, n. 8, p. 417-426, 1997.

BULARD, Ronald A. **METHOD FOR PREPARING PRODUCTION-SUITABLE 3D PRINTED PROSTHESIS USING POLYMERIZABLE MONOMERS** Depósito: 1 set. 2017. Concessão: 7 mar. 2019. Disponível em: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=1&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20190307&CC=WO&NR=2019046846A1&KC=A1. Acesso em: 10 jul. 2019.

CHO, Y. et. al. An industrial technology Roadmap for supporting public R&D planning. **Technological Forecasting & Social Change**. Mar. 2016.

COUTINHO, Gustavo K. B. et. al. **Tecnologia 3D na saúde**. v. 1, p. 9, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/24808/1/Tecnologia%203d%20na%20sa%C3%BAde.pdf>. Acesso em: 10 julho 2019.

"Data on Prosthetics Reported by Researchers at Complutense University (Discrepancy of complete-arch titanium frameworks manufactured using selective laser melting and electron beam melting additive manufacturing technologies)." **Medical Devices & Surgical Technology Week**, 27 Jan. 2019, p. 92. **Academic OneFile**, <http://link-galegroup.ez32.periodicos.capes.gov.br/apps/doc/A575439307/AONE?u=capex&sid=AONE&d=227af22a>. Accessed 12 July 2019.

"Findings from University of Heidelberg Broaden Understanding of Prosthetic Dentistry (Fully Digital Fabrication of an Occlusal Device Using an Intraoral Scanner and 3d Printing: a Dental Technique)." **Health & Medicine Week**, 10 May 2019, p. 1451. **Academic OneFile**, <http://link-galegroup.ez32.periodicos.capes.gov.br/apps/doc/A584397728/AONE?u=capex&sid=AONE&d=9b5cab3>. Accessed 11 July 2019.

ENGLAND. Ministry of Defence. **MOD Roadmapping Guidance**. 2006

FRANCO, R. R. O Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação e a Gestão de Tecnologia: uma análise baseada no mapeamento de tecnologia. tecnologia. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Ano 7, no 3, jul-set/2012, p. 161-172.

GAO, Feng; ZENG, Shengshan; SUN, Jun; GUO, Chuanzhu. **DENTAL PROSTHESIS MOULD THAT 3D PRINTED** Depósito: 20 mar. 2017. Concessão: 26 abr. 2018. Disponível em: <https://app.patentinspiration.com/#report/ce5c34de37ea/filter/patents/CN207270402U?published=218&ipccode=3142>. Acesso em: 10 jul. 2019.

HORNBECK, Jacques. **MOUNTING ELEMENT FOR PRODUCTION OF A DENTAL PROSTHESIS, A PROSTHESIS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME** Depósito: 20 jun. 2017. Concessão: 27 dez. 2018. Disponível em: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=2&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20181227&CC=WO&NR=2018234310A1&KC=A1. Acesso em: 10 jul. 2019.

HORNBECK, Jacques. **PLATE FOR PRODUCTION OF A DENTAL IMPLANT AND/OR ARTIFICIAL PROSTHESIS** Depósito: 28 set. 2015. Concessão: 22 nov. 2018. Disponível em: PLATE FOR PRODUCTION OF A DENTAL IMPLANT AND/OR ARTIFICIAL PROSTHESIS. Acesso em: 10 jul. 2019.

KAPPEL, T. A. Perspectives on Roadmaps: How Organizations Talk about the Future. **Product Innovation Management**, v. 18, n. 1, p. 39-50, 2001.

KUPFER, D.; TIGRE, P. B. **Modelo SENAI de prospecção**: documento metodológico. Capítulo 2: prospecção tecnológica. In: ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO CINTERFOR. Papeles de La Oficina Técnica. Montevideo: OIT/CINTERFOR, 2004. n. 14.

PALIN, Charles L. et al. Three-dimensional printed definitive cast for a silicone obturator prosthesis: A clinical report. **THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY**, Holland, p. 353-357, fev. 2019. Disponível em: [file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Temp/Rar\\$DIa5160.44614/1-s2.0-S0022391318303597-main\[1\]%20Texto%2012.pdf](file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Temp/Rar$DIa5160.44614/1-s2.0-S0022391318303597-main[1]%20Texto%2012.pdf). Acesso em: 12 jul. 2019.

"Patent Issued for Method For Preparing A Partial Or Full Dental Prosthesis (USPTO 10,299,898)." **Medical Devices & Surgical Technology Week**, 16 June 2019, p. 5493. **Academic OneFile**, <http://link-galegroup.ez32.periodicos.capes.gov.br/apps/doc/A575439307/AONE?u=capex&sid=AONE&d=227af22a>.

galegroup.ez32.periodicos.capes.gov.br/apps/doc/A588205952/AONE?u=capes&sid=AONE&id=29235c77. Accessed 12 July 2019.

PHALL, Robert. et al. Technology roadmap – A planning framework for evolution and revolution. **Technological Forecasting & Social Change**, 71, 2004. Disponível em: <http://www.alvarestech.com/temp/PDP2011/emc6605.ogliari.prof.ufsc.br/Restrito/PHAAL.pdf>. Acesso em: 25 jul 2019.

PRESOTTO, Anna G. C. et al. Dimensional precision of implant-supported frameworks fabricated by 3D printing. **THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY**, Holland, p. 38-45, jul. 2019. Disponível em: [file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Temp/Rar\\$DIa11472.32164/Dimensional-precision-of-implant-supported-framework_2019_The-Journal-of-Prosth.pdf](file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Temp/Rar$DIa11472.32164/Dimensional-precision-of-implant-supported-framework_2019_The-Journal-of-Prosth.pdf). Acesso em: 12 jul. 2019.

RAINER, Jumpertz. **EXTRAORAL DENTAL SCANNER** Depósito: 27 fev. 2013. Concessão: 14 fev. 2019. Disponível em: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20190214&CC=JP&NR=2019022671A&KC=A. Acesso em: 10 jul. 2019.

RODRIGUES, Vinícius et al. Manufatura aditiva: estado da arte e framework de aplicações. **Revista GEPROS**. São Paulo. 2017. v. 12. n.3. Disponível em <https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1657/784>. Acesso em: 16 de julho de 2019.

ROLDÁN, Roberto P.; VOGUL, Uls. **METHOD FOR PRODUCING A DENTAL MODEL AND DENTAL MODEL OBTAINED** Depósito: 18 set. 2017. Concessão: 21 mar. 2019. Disponível em: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20190321&CC=WO&NR=2019053306A1&KC=A1. Acesso em: 10 jul. 2019.

SANTECCHIA, E. et al. Precipitates formation and evolution in a Co-based alloy produced by powder bed fusion. **Journal of Alloys and Compounds**, Holland, p. 652-658, 16 mai. 2019. Disponível em: [file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Temp/Rar\\$DIa7224.42738/Precipitates-formation-and-evolution-in-a-Co-based-a_2019_Journal-of-Alloys-.pdf](file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Temp/Rar$DIa7224.42738/Precipitates-formation-and-evolution-in-a-Co-based-a_2019_Journal-of-Alloys-.pdf). Acesso em: 11 jul. 2019.

SANTOS, M. M.; COELHO, G. M.; SANTOS, D. M.; FELLOWS FILHO, L. Prospecção de tecnologias de futuro: métodos, técnicas e abordagens. **Parcerias Estratégicas**, nº19, p. 189-229, dez. 2004.

SENN, Marc; OSKAM, Thomas. **METHOD FOR PRODUCING AN ARTIFICIAL GINGIVA** Depósito: 3 jul. 2017. Concessão: 10 jan. 2019. Disponível em: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=9&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20190110&CC=WO&NR=2019007976A2&KC=A2. Acesso em: 10 jul. 2019.

"Study Data from State University of New York Provide New Insights into Materials Science (Functionalized Prosthetic Interfaces Using 3d Printing: Generating Infection-neutralizing Prosthesis In Dentistry)." **Medical Devices & Surgical Technology Week**, 5 May 2019, p. 993. **Academic OneFile**, <http://link-galegroup.ez32.periodicos.capes.gov.br/apps/doc/A583790193/AONE?u=capes&sid=AONE&id=db714c5b>. Accessed 11 July 2019.

SUN, Yuchun; ZHOU, Yongsheng; WANG, Yong. **DESIGN AND PRODUCTION METHOD OF PRECISE BIONIC AESTHETIC PROSTHESIS** Depósito: 6 fev. 2018. Concessão: 9 out. 2018. Disponível em: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=1&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20181009&CC=CN&NR=108618857A&KC=A. Acesso em: 10 jul. 2019.

TIAN, Ye; LI, Peng; ZHOU, Dixi. **ORTHODONTIC METHOD AND DEVICE BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE**. Depósito: 12 dez. 2018. Concessão: 29 mar. 2019. Disponível em: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=1&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20190329&CC=CN&NR=109528323A&KC=A. Acesso em: 10 jul. 2019.

YU , Haiyang; CHEN , Xin. **METHOD FOR MANUFACTURING THREE-DIMENSIONAL ANALYSIS TOOTH-PREPARATION GUIDE PLATE BASED ON 3D PRINTING AND USAGE METHOD THEREOF** Depósito: 21 jun. 2018. Concessão: 18 dez. 2018. Disponível em:

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20181218&CC=CN&NR=109009511A&KC=A. Acesso em: 10 jul. 2019.

ZHANG, Jiangtao et al. **ARTICULATOR SUITABLE FOR 3D PRINTS TOOTH MOULD** Depósito: 3 fev. 2017.
Concessão: 23 fev. 2019. Disponível em:
https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20180223&CC=CN&NR=207024130U&KC=U. Acesso em: 10 jul. 2019.