

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA E
IMAGINOLOGIA**

A UTILIZAÇÃO DA PROTOTIPAGEM RÁPIDA NA ODONTOLOGIA

FRANCISCO PESSOTTO BALEM

PORTO ALEGRE, JANEIRO DE 2010

FRANCISCO PESSOTTO BALEM

A UTILIZAÇÃO PROTOTIPAGEM RÁPIDA NA ODONTOLOGIA

Monografia apresentada como requisito para obtenção do título de especialista em Radiologia odontológica e Imaginologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof. Nádia Arús

Porto Alegre, Janeiro de 2010

RESUMO

A prototipagem rápida é um recurso tecnológico que encontra aplicação em varias áreas como: engenharia, desenho industrial e arquitetura. Na área da saúde, principalmente na odontologia, sua utilização é relativamente nova. Dados obtidos por exames capazes de gerar imagens tridimensionais, como a tomografia computadorizada e a ressonância magnética, podem ser utilizados para confeccionar protótipos, isso dá a possibilidade de construirmos biomodelos para servirem como auxiliares em planejamentos cirúrgicos e até mesmo nos próprios procedimentos. São quatro os processos de prototipagem mais utilizados na área odontológica, cada um com características físicas particulares. A implantodontia e a cirurgia bucomaxilofacial são as especialidades que mais fazem uso de biomodelos prototipados. O objetivo deste trabalho é fazer uma revisão de literatura, apresentando os diferentes processos de prototipagem e as aplicações dos protótipos na odontologia

Palavras - chave: prototipagem rápida, odontologia, tomografia computadorizada.

ABSTRACT

Rapid prototyping is a technological resource that finds application in many fields such as engineering, industrial design and architecture. In health area, especially in dentistry, its use is relatively new. The data obtained by testing methods that are able to generate three-dimensional images, such as computed tomography and magnetic resonance imaging, can be used to make prototypes, it makes possible the construction of the biomodels to serve as an aid in surgical planning and even within their own procedures. There are four prototyping processes commonly used in the dental area, each with distinctive physical features. The dental implant and oral maxillofacial surgery are the specialties that make more use of prototyped biomodels. The objective of this study is to review the literature, presenting the different processes of prototyping and its application in dentistry

Key-words: Rapid prototyping, dentistry, computed tomography.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1 Tecnologias de prototipagem.....	7
2.1.1 Stereolitografia (SLA).....	7
2.1.2 Sinterização a laser seletivo (SLS).....	8
2.1.3 Modelagem por fusão e deposição (FDM).....	8
2.1.4 Impressão Tridimensional (3D Print).....	9
2.2 Aplicações da prototipagem na odontologia.....	9
2.2.1 A prototipagem na implantodontia.....	9
2.2.2 A prototipagem na cirurgia bucomaxilofacial.....	10
2.3 Exame tomográfico com finalidade de confecção de protótipos.....	13
3 DISCUSSÃO	15
4 CONCLUSÕES.....	17
REFERÊNCIAS.....	18

1 INTRODUÇÃO

A fabricação de protótipos é um marco na engenharia, sendo considerada um passo intermediário entre os estudos prévios de desenvolvimento e o produto final, auxilia na avaliação da viabilidade dos projetos evitando custos excessivos e possíveis defeitos de fabricação. (RUSSETT, 2007)

Na área da saúde, o planejamento pré-cirúrgico baseado em exames de Tomografia Computadorizada e Ressonância Magnética, têm sido utilizado rotineiramente nos últimos anos. Através dessas técnicas é possível reproduzir estruturas tridimensionalmente, porém exibindo-as em superfícies bidimensionais (ex: tela do computador), esse fato as torna representações da estrutura em 3D e não uma estrutura verdadeiramente tridimensional. (JACKSON, 2009)

Em 1987, modelos prototipados foram pela primeira vez utilizados em uma cirurgia bucomaxilofacial. (MORRIS, 2000). A Prototipagem Rápida permite converter os dados tridimensionais virtuais em modelos tridimensionais reais, para isso, utilizam técnicas de triangulação entre os planos de imagens 2D obtidos através de exames de tomografia computadorizada ou ressonância magnética. Existem vários formatos de imagens que podem ser interpretados pelos sistemas de prototipagem rápida, porém o mais utilizado e aceito como padrão, é o STL (*STereoLitography*). (SOUZA, 2003). Na área médica esses modelos encontram aplicação no planejamento de procedimentos cirúrgicos complexos, treinamento e simulação cirúrgica, diagnóstico e confecção de implantes. (MILOVANOVIC, 2007). Na odontologia são utilizados para planejamento cirúrgico, auxiliam na comunicação com os pacientes, permitem a confecção de guias cirúrgicas para implantes dentários, simulação de cirurgias, produção de próteses faciais individualizadas e permitem mensurações prévias de placas de fixação bem como sua pré-modelagem. Esta revisão de literatura tem como objetivo, apresentar os diferentes processos de prototipagem e as aplicações dos protótipos na área odontológica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tecnologias de prototipagem

As tecnologias de prototipagem podem ser divididas em dois grupos: Prototipagem rápida aditiva, que produz as peças através de adição de material camada a camada e Prototipagem rápida subtrativa que trabalha por usinagem de blocos sólidos. (SELHORST, 2008)

Os processos disponíveis para obtenção de protótipos dedicados a área odontológica utilizam a tecnologia aditiva, devido à complexidade das estruturas a serem reproduzidas. São eles:

2.1.1 Stereolitografia (SLA)

É um dos mais tradicionais processos de prototipagem rápida, foi utilizado na área médica pela primeira vez no ano de 1991 em clínica de cirurgia maxilofacial.

O modelo é construído através da polimerização de uma resina líquida fotossensível acondicionada em um tanque. A resina é solidificada quando em contato com um feixe de raio laser ultravioleta. (NIZAM, 2006). O modelo é construído camada a camada, depois de cada seção transversal da peça que o raio polimeriza a plataforma que sustenta a mesma desce para que a próxima camada seja polimerizada. Esse processo se repete até a conclusão do protótipo que posteriormente ainda passará por um processo de cura e limpeza. (MCALLISTER, 1998)

Ao final do processo obtemos um modelo com as seguintes características: excelente precisão dimensional e reprodução de estruturas finas, permite a visualização de estruturas internas devido ao fato de o material ser translúcido, possibilita fixação de parafusos. Esse processo permite ainda a confecção de modelos coloridos e apresenta como desvantagens o custo elevado e a dificuldade de visualização da sua superfície. (MEURER, 2008)

2.1.2 Sinterização a laser seletivo (SLS)

O processo de obtenção do modelo é semelhante ao utilizado na estereolitografia, porém o material utilizado na confecção do protótipo é um polímero em pó e não uma resina líquida.

As camadas são formadas e unidas entre si pela ação do calor produzido pela emissão de um laser. Após a sinterização de cada seção uma nova camada de pó é depositada por um sistema de roletes para que uma nova seção seja sinterizada. O pó que não sofre a ação do laser serve como estrutura de suporte para as partes desconectadas ou salientes do protótipo. (SELHORST, 2008)

Meurer et al, 2008, ao compararem os processos de prototipagem mais utilizados para construção de modelos biomédicos caracterizam a tecnologia SLS como sendo de excelente reprodução de estruturas finas e fixação de parafusos, boa precisão dimensional, esterilizável em autoclave e aparência de osso e como desvantagens citam o alto custo e o excesso de dureza do material.

2.1.3 Modelagem por fusão e deposição (FDM)

O FDM é um processo de prototipagem rápida que confecciona seus modelos através da extrusão de filamentos de polímeros aquecidos. Dois bicos extrusores posicionados em um cabeçote que se movimenta nos eixos X e Y depositam o material termoplástico camada a camada sobre uma plataforma que se movimenta no sentido vertical (eixo Z), um dos bicos deposita o material para a construção do modelo, e o outro o material que serve como base para a construção. (GRIMM, 2005)

Com relação aos outros processos de prototipagem utilizados para confecção de biomodelos o FDM apresenta boa precisão dimensional, boa reprodução de estruturas finas e excelente fixação de parafusos. Como desvantagens o excesso de dureza do material, a baixa velocidade de construção e o elevado custo. (MEURER, 2008)

2.1.4 Impressão Tridimensional (3D Print)

O processo de construção utiliza a mesma idéia das impressoras jato de tinta convencionais. Um cabeçote que se movimenta nos eixos X e Y libera um agente aglutinante, que é depositado em um recipiente contendo pó cerâmico ou polimérico. Esse recipiente fica sobre uma plataforma que se movimenta no eixo Z, a cada camada de pó aglutinada a plataforma baixa e uma nova porção de material é depositada para a construção de outra camada, esse processo é repetido sucessivamente até a conclusão do modelo. Após a construção, o modelo passa por outro processo, a infiltração, afim de eliminar porosidades. (GRIMM, 2005)

Esse processo tem como vantagens: baixo custo, alta velocidade de construção, facilidade de corte possibilidade de construção de modelos coloridos e possui aparência semelhante a de osso. E como desvantagens: razoável precisão dimensional, razoável reprodução de estruturas finas, porosidade superficial e libera pó quando cortado. (MEURER, 2008)

2.2 Aplicações da prototipagem na odontologia

Na odontologia é útil na cirurgia bucomaxilofacial na implantodontia sendo menos utilizado no planejamento ortodôntico, para analisar o posicionamento real dos dentes.

Na medicina a Prototipagem Rápida tem uma gama de possibilidades de utilização, como por exemplo a reconstrução de calotas diminuindo ou eliminando, com esse método, os ajustes da peça protética no momento da cirurgia, reduzindo assim o tempo transoperatório. (HOTARU, 2007)

2.2.1 A prototipagem na Implantodontia

Apesar da técnica de implantes subperiosteais já ser reconhecida e aceita como uma técnica de sucesso, a verificação da topografia óssea continuou sendo um desafio mesmo com a utilização da tomografia computadorizada.

O advento da prototipagem rápida como ferramenta de modelagem anatômica e os avanços da tomografia computadorizada contribuíram para um aumento na precisão das cirurgias de implantes. (MCALLISTER, 1998)

Na implantodontia são duas as principais aplicações da prototipagem rápida: a confecção de biomodelos, e mais recentemente, a confecção de guias cirúrgicas construídas a partir de planejamentos cirúrgicos virtuais. (MENEZES, 2008)

Em 2007 foi realizado, numa clínica particular da cidade de São Paulo, um estudo prospectivo para avaliar a reabilitação de mandíbulas edêntulas utilizando biomodelos prototipados no planejamento prévio de próteses imediatas sobre implantes osseointegrados. Foi avaliado um total de 14 casos clínicos, divididos em dois grupos: o grupo 01 constituído por pacientes com biomodelos edêntulos e os confeccionados após a exodontia e o grupo 02 composto por pacientes com biomodelos dentados, com o objetivo de avaliar a dificuldade do procedimento cirúrgico em ambos os grupos. Concluiu-se que, nos pacientes do grupo 01 a adaptação da guia cirúrgica foi extremamente precisa. (CURCIO, 2007) As guias utilizadas neste estudo foram guias que utilizam como referência o tecido ósseo.

Recentemente uma nova técnica foi desenvolvida, na qual a guia é posicionada sobre a mucosa não havendo necessidade de retalho. O resultado da utilização desta técnica é o mínimo trauma cirúrgico e um excelente pós-operatório. (MENEZES, 2008)

Viana et al. (2009) relatam um caso de cirurgia guiada virtual sem retalho, no qual foi realizada a reabilitação de uma maxila edêntula. O paciente de 42 anos tinha como queixas, a estética e a dificuldade mastigatória. O planejamento incluiu, além da instalação de quatro implantes com auxílio da guia virtual, a reabilitação com prótese total provisória imediata. O paciente demonstrou, após o procedimento, satisfação estética e funcional. Os autores relatam, além das vantagens já citadas, a facilidade da realização do procedimento e salienta a necessidade da realização de estudos a longo prazo, à cerca da técnica.

2.2.2 Prototipagem na Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial

Num passado não muito distante os enxertos ósseos e as placas de fixação precisavam ser reajustadas durante o transoperatório por método de tentativa e erro, o que muitas vezes aumentava consideravelmente o tempo cirúrgico. (TORO, 2009). Além disso, a modelagem intra-operatória dos implantes pode reduzir a

previsibilidade do resultado estético e tornar o procedimento mais invasivo. (SINGARE, 2007)

Cardoso et al. (2008) relatam o caso de uma paciente de 32 anos na qual foi diagnosticado um ameloblastoma envolvendo ângulo, ramo e parte do corpo mandibular direito. O tratamento de escolha foi ressecção mandibular parcial e reconstrução com placa de titânio. O processo escolhido para construção do protótipo foi a estereolitografia. Com o modelo em mãos foram realizadas medidas, a modelagem e a adaptação da placa de titânio que posteriormente foi utilizada na reconstrução mandibular.

Além da possibilidade de utilizar o biomodelo para realizar medidas e fazer adaptações prévias das placas de titânio pré-fabricadas, existe ainda, a possibilidade de se utilizar a prototipagem rápida para produzir próteses de titânio sob medida, para substituição de determinadas regiões ósseas, processo no qual a região de interesse é reconstruída através de um software específico e posteriormente transformada em um modelo físico por PR. Este modelo é então utilizado na fundição da prótese de titânio que posteriormente será implantada no paciente. (SINGARE, 2007)

Jackson et al. (2009) apresentaram o caso clínico de um paciente que ao exame tomográfico apresentava um neurofibroma localizado na fossa infratemporal direita. O fato de o tumor estar localizado em uma região que contém vasos e nervos importantes exigiu um planejamento prévio detalhado para que as chances de insucesso fossem reduzidas ao máximo. Para isso, além dos exames de imagem a equipe optou pela confecção de protótipos. Diferentemente da maioria dos casos onde apenas um protótipo é confeccionado (normalmente baseado na tomografia), neste caso dois protótipos foram confeccionados: um com base no exame tomográfico, destinado a representação do tecido ósseo e outro com base no exame de ressonância magnética, destinado a representação da massa tumoral e tecidos moles. A massa tumoral foi removida completamente e o paciente fez uma excelente recuperação. Os autores afirmam que a utilização dos protótipos aumentou a previsibilidade do procedimento reduzindo os riscos e também o tempo cirúrgico, acreditam ainda que com a evolução dos *softwares* seja possível no futuro unir dados de ressonância magnética, tomografia e angiografia para que se possa reproduzir em um único modelo: tecido ósseo, tecidos moles e vasos.

Zeilhofer et al. (2000) apresentam como possível solução para o fato de não conseguirmos representar tecidos moles e duros em um mesmo modelo de prototipagem rápida utilizando exames de Tomografia Computadorizada e Ressonância Magnética, a utilização de dados 3D de exames ultrassonográficos. Os autores apresentam um método de aquisição de imagens ultrassonográficas através do qual é possível obter dados tridimensionais suficientes para confeccionar um modelo que represente tecidos ósseos, cartilagem e tecidos moles, a representação é feita através de um biomodelo de stereolitografia no qual cores são utilizadas para representar os diferentes tecidos.

Rosa et al. (2004) relatam um caso clínico no qual modelos prototipados foram utilizados no planejamento cirúrgico de uma recidiva de anquilose na ATM que lhe permitia uma abertura máxima de boca de 5mm. Os resultados do procedimento foram considerados satisfatórios sendo que o paciente um ano após a cirurgia apresentava 45mm de abertura máxima. Os autores concluem que a prototipagem rápida permite a compreensão dos detalhes anatômicos com alta qualidade, simulando procedimentos cirúrgicos e permitindo a produção e a adaptação de placas parafusos ou próteses. Também reduz o tempo cirúrgico e a morbidade, permite uma melhor formação para os residentes e auxilia na orientação e discussão com os pacientes. Como desvantagens apontam o tempo para confecção dos biomodelos e principalmente a disponibilidade de equipamentos e o alto custo.

Toro et al. (2009) realizaram um estudo no Departamento de Cirurgia Maxilofacial da Universidade de Udine, na Itália, entre os anos de 2003 e 2005, para avaliar as vantagens da utilização de protótipos para o planejamento de cirurgias extensas de reconstruções mandibulares após ressecção de tumores. Vinte e quatro casos foram realizados com a utilização de protótipos, os resultados demonstraram que além de alcançarem bons resultados funcionais e estéticos o tempo cirúrgico diminuiu em média uma hora e meia com relação aos mesmos procedimentos realizados nesta instituição pela mesma equipe cirúrgica, porém sem a utilização de protótipos na fase pré-operatória.

2.3 Exame tomográfico com finalidade de confecção de protótipos

A tomografia computadorizada não é o único exame de imagem que pode ser empregado para a produção de protótipos, porém é o utilizado com mais frequência para esse fim. Por esse motivo torna-se interessante conhecermos quais fatores devem ser considerados para que uma tomografia possa ser utilizada na confecção de protótipos.

Quando temos por finalidade produzir biomodelos de qualidade, dois aspectos estão envolvidos: a aquisição dos dados e o processamento dos dados. A redução da espessura de corte e da distância entre eles, bem como uma correta interpolação dos dados são de extrema importância. (JACKSON, 2009)

Para auxiliar na correta aquisição das imagens, um protocolo foi desenvolvido e inclui as seguintes orientações: Matriz: 512 x 512; FOV (campo de visão): 140-170mm; Espessura de corte: 1mm; Intervalo de reconstrução: 1mm; Filtro: Boné ou *High Resolution*; Inclinação do Gantry: 0°. O exame deve ser realizado com a boca semi-aberta utilizando gaze ou placa de mordida em cera para separar os dentes. O plano oclusal deve ser posicionado paralelo ao plano de aquisição. Para construção de modelos da maxila, a mesma deve ser capturada em sua totalidade incluindo as orbitas. Na mandíbula a mesma orientação é seguida tomando o cuidado para que os côndilos sejam totalmente incluídos no exame. (ARTIS; BIOPARTS, 2009). Para tomógrafos cone-beam o protocolo a ser seguido é este: posicionar o paciente com oclusão paralela ao solo; utilizar separador oclusal; não realizar aquisição com espessura de corte superior a 1mm. Para os casos de planejamento para cirurgia guiada o paciente deverá também usar um guia tomográfico com registro oclusal e deve ser realizada uma aquisição deste guia em separado, sobre uma plataforma de isopor ou espuma. (BIOPARTS, 2009)

Apesar de existirem protocolos que auxiliam na obtenção de imagens tomográficas para essa finalidade, é de extrema importância levar em consideração que a exposição do paciente à radiação é um fator limitador, sendo responsabilidade do radiologista a escolha do melhor protocolo de obtenção de imagens, buscando um equilíbrio entre a qualidade necessária para o protótipo em questão e a dose de radiação a qual o paciente será exposto. (MEURER, 2008)

A manipulação das imagens é feita por *softwares* específicos, num primeiro momento o objetivo é separar as imagens de interesse do conjunto de imagens

fornechas pela tomografia. No caso de protótipos para cirurgia bucomaxilofacial na maioria das vezes o objeto de interesse é o tecido ósseo. O segundo passo é a conversão das imagens, pois o formato como essas são adquiridas pelo tomógrafo não é reconhecido pelos equipamentos de prototipagem e também porque a espessura de corte das imagens adquiridas na tomografia (1mm a 5mm) é consideravelmente maior que a espessura de fatias utilizada pelas máquinas de prototipagem no momento da confecção do biomodelo, cerca de 0,1mm por fatia . O formato padrão na prototipagem é o STL, que representa as estruturas por meio de uma malha de triângulos não uniformes. Devido à complexidade do crânio humano, para que ele seja representado com fidelidade, o modelo virtual deverá ter de centenas a milhares de facetas triangulares, dificultando o processo por conta do excessivo tamanho do arquivo gerado. Após esta etapa o modelo virtual em STL é refatiado em camadas paralelas para permitir a construção do protótipo. (MEURER, 2008)

3 DISCUSSÃO

Os processos de prototipagem mais utilizados para confecção de protótipos com fins odontológicos são a stereolitografia, a sinterização a laser seletivo, a modelagem por fusão e deposição e a impressão tridimensional, entre eles o de menor custo é o 3D Print (Impressão Tridimensional) em contra partida é o processo de prototipagem com menor precisão dimensional e menor reprodução de estruturas finas. (MEURER, 2008) Cada processo confecciona um modelo com características particulares, que devem ser analisadas no momento de se realizar o pedido de um biomodelo, o fim para o qual o protótipo esta sendo solicitado deve ser levado em conta para que se possa tirar o melhor proveito possível dessa tecnologia. Mas por mais que se escolha a opção mais adequada, ainda existe a barreira da pouca disponibilidade de equipamentos voltados para área da saúde.

Curcio, (2007) concluiu em seu estudo que a adaptação das guias cirúrgicas para implantes é melhor quando os biomodelos utilizados são de pacientes edentulos ou confeccionados após as exodontias, demonstrando ser mais eficiente realizar as extrações necessárias previamente ao exame de imagem que será utilizado para a construção do protótipo.

As guias que se encaixam à mucosa possuem as vantagens de permitirem intervenções cirúrgicas sem cortes causando trauma mínimo, proporcionarem um melhor pós-operatório, menor tempo cirúrgico e facilidade na realização do procedimento. (VIANA, 2009) Porém, por serem apoiadas em tecido mole, correm o risco de sofrerem pequenos deslocamentos, o que pode afetar negativamente os resultados finais do procedimento.

O exame de imagem mais utilizado na odontologia capaz de proporcionar a confecção de protótipos é a tomografia computadorizada, exames tomográficos fornecem dados suficientes para a produção de biomodelos de estruturas ósseas, os quais na maioria dos casos são suficientes para a realização dos planejamentos e procedimentos a serem realizados, mas em outros, torna-se interessante a utilização de biomodelos que representem tecidos moles, como no caso apresentado por Jackson, em 2009, que utiliza dois protótipos, um baseado em um exame tomográfico e outro baseado em uma ressonância magnética. A utilização de exames de ultrassom 3D com intuito de representar tecidos duros e moles em um mesmo protótipo é apresentada por Zeilhofer et al, em 2000, contudo não foram

encontrados na literatura outros relatos semelhantes, demonstrando não ser uma prática habitual entre os cirurgiões dentistas.

A possibilidade de modelar placas de fixação previamente ao ato cirúrgico aumenta a previsibilidade do procedimento e diminui o tempo de cirurgia, tendo reflexos tanto nos resultados estéticos e funcionais como no conforto do paciente. (ROSA, 2004) Diferença ainda maior se dá nos casos de reconstruções mais extensas, nas quais placas de fixação não seriam suficientes para alcançar resultados estéticos e funcionais satisfatórios, nesses casos é possível utilizar a prototipagem para obter próteses de titânio, possibilitando que peças complexas possam ser construídas com grande precisão, para serem substitutas das regiões ósseas perdidas. (SINGARE, 2007)

4 CONCLUSÕES

A utilização da prototipagem rápida na odontologia traz uma série de benefícios, são eles: auxilia na comunicação com os pacientes; permite um planejamento prévio mais detalhado; diminui consideravelmente o tempo cirúrgico; possibilita a confecção de próteses de titânio individualizadas; confecção de guias cirúrgicas para implantes baseadas em planejamentos virtuais; viabiliza a mensuração e a modelagem pré-operatória de placas e parafusos de fixação; auxilia na formação de residentes; diminui o nível de dificuldade dos procedimentos. Como desvantagens são citados, o alto custo, o tempo para produção do biomodelo e a pouca disponibilidade de equipamentos de prototipagem. A tendência é de que cada vez mais os cirurgiões dentistas utilizem os protótipos como um recurso no seu dia-a-dia, o aumento notório nos pedidos de exames tomográficos deve contribuir para que o uso de biomodelos torne-se cada vez mais popular no meio odontológico.

REFERÊNCIAS

ARTIS. **Protocolo para exame tomográfico com a finalidade de confecção de protótipos**. Disponível em: <http://www.artis.com.br> . Acesso em 17 de dez. 2009.

BIOPARTS. **Saiba como proceder com a aquisição de protótipos**. Disponível em: <http://www.bioparts.com.br> . Acesso em 17 de dez. 2009.

CARDOSO, Camila Lopes et al. Application of stereolithography in mandibular reconstruction following resection of ameloblastoma: case report. **Rev. Clín. Pesq. Odontol.**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 101-105, maio/ago. 2008

CURCIO, Ricardo et al. Use of models in surgical predictability of oral rehabilitations. **Acta Cirúrgica Brasileira**. v.22, n.5, p.387-395. 2007.

GRIMM, Todd. **Choosing the Righ RP System**. A study of seven RP Systems. 2005. Disponível em: <http://www.tagrimm.com> Acesso em: 26 de set. 2009.

JACKSON, Ian et al. Stereolithography Model in Presurgical Planning of Craniofacial Surgery. Disponível em: http://74.125.155.132/scholar?q=cache:Yz5E2_tWzTQJ:scholar.google.com/+author:%22Jackson%22+intitle:%22Stereolithography+model+in+presurgical+planning+of+..%22+&hl=pt-BR&as_sdt=2000. Acesso em: 15 de jul. 2009

MCALLISTER, Marc L. M. Application of stereolithography to subperiosteal implant manufacture. **Journal of Oral Implantology**. v.24, n.2, p. 89-92, 1998.

MENEZES D.F., Paulo; SARMENTO, Viviane; LAMBERTI, Patrícia. Aplicação da prototipagem rápida em implantodontia. **Innovations Implant Jornal**, v.3, n.6, p.39-44, set./dez. 2008.

MEURER, Maria Inês et al. Aquisição e manipulação de imagens por tomografia computadorizada da região maxilofacial visando à obtenção de protótipos biomédicos. **Revista do Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem**. V.41, n.1, p.49-54, jan./fev. 2008.

MILOVANOVIC, Jelena; TRAJANOVIC. Miroslavic. Medical applications of rapid prototyping. **Facta Universitatis: mechanical engineering**. v.5, n.1, p.79-85, 2007.

MORRIS, C. L.; BARBER, R.F.; DAY, R. Orofacial prothesis desingn and fabrication using stereolithography. **Australian Dental Jornal**. V.45, n.4, p.250-253, 2000.

NIZAM, A. et al. Dimensional Accuracy of the Skull Models Produced by Rapid Prototyping Technology Using Stereolithography Apparatus. **Archives of Orofacial Sciences**. V.1, p.60-66, 2006.

ROSA, Everton Luis Santos da; OLESKOVICZ, Cezar Fernando; ARAGÃO, Bruno Nogueira. Rapid Prototyping in Maxillofacial Surgery and

Traumatology: Case Report. **Braz Dent J.** v.15, n.3, p.243-247, 2004.

ROTARU, Horatiu et al. Reconstruction of the calvarial defects using custom-made cranioplasty plates. **TMJ.** V.57, n.1, p.16-20, 2007.

RUSSETT, Shawn et al. An Experimental method for stereolithic mandible fabrication and image preparation. **The Open Biomedical Engineering Journal.** V.1, p.1-8, jul. 2007.

SELHORST JUNIOR, Aguilar. **Análise comparativa entre os processos de Prototipagem Rápida na concepção de novos produtos.** 111f. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2008.

SINGARE, Sekou et al. Individually Prefabricated Prosthesis for Maxilla Reconstruction. **Journal of Prosthodontics by The American College of Prosthodontists.** V. 20, p.1-6, 2007

SOUZA, Maurem Abreu; CENTENO, Tânia Mezzadri; PEDRINI, Hélio. Integrando reconstrução 3D de imagens tomográficas e prototipagem rápida para a fabricação de modelos médicos. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica.** V.19, n.2, p.103-115, agosto 2003.

TORO, Corrado et al. Feasibility of preoperative planning using anatomical facsimile models for mandibular reconstruction. **Head & Face Medicine.** V.3, n.5, p.1-11, jan. 2007. Disponível em <http://www.head-face-med.com/content/3/1/5> . Acesso em: 23 jul. 2009.

VIANA, Antônio Neto et al. Cirurgia guiada virtual para reabilitação oral: revisão de literatura e relato de caso. **Rev. Cir. Traumatol. Buco- maxilo- fac.** V.9, n.2, p.45-52, abr./jun. 2009.

ZEILHOFER, Hans Florian et al. Models by 3D-Ultrasound. **Phidas.** N.5, p.1-4, dez. 2000.