

# Uso da prototipagem biomédica em Odontologia

## The Use of biomedic prototyping in dentistry

Sergio Antônio Pereira Freitas<sup>1</sup>, Patrícia de Melo Costa<sup>2</sup>, Renato da Costa Ribeiro<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doutorando em Ciência e Engenharia de Materiais pela UFRN. Professor de Radiologia Odontológica do curso de Odontologia da NOVAFAP.

<sup>2</sup> Cirurgiã – Dentista graduada pela NOVAFAP

<sup>3</sup> Cirurgião – Dentista, Especialista em Genética pela UFPI, Residente do Serviço de Cirurgia e Traumatologia Buco Maxilo Facial do Hospital Municipal Mário Gatti, Campinas – SP.

### DESCRITORES:

Protótipos. Biomodelos. Odontologia.

### RESUMO

Os protótipos biomédicos são modelos anatômicos sólidos que reproduzem com discrepância desprezível a anatomia de determinadas estruturas. A sua utilização em Teresina (PI) ainda é discreta, mas o número de solicitações vem aumentando de forma considerável. Neste trabalho, além de uma revisão de literatura sobre prototipagem biomédica, foram documentados os biomodelos solicitados em uma clínica de Diagnóstico por Imagem da cidade, no período de setembro de 2006 a setembro de 2007, e registradas as percepções dos cirurgiões-dentistas solicitantes. Conclui-se que houve predileção pela solicitação de protótipos opacos (3D Printing), e que a maioria foi utilizada para planejamento em Implantodontia. Destaca-se o fato da maioria dos profissionais considerar baixa a participação dos biomodelos no total dos custos.

### Keywords:

Prototypes. Biomodels. Dentistry.

### ABSTRACT

The biomedical prototypes are solids anatomical models that reproduce with negligible discrepancy the anatomy of certain structures. Your use in Teresina (PI) is still discreet, but the number of requests has been increasing considerably. In this work, in addition to a review of literature on prototyping biomedical have been documented the biomodels requested in a clinic of Diagnostic for Imaging of the city, in the period September 2006 to September 2007, and recorded the perceptions of surgeons-dentists applicants. The conclusion was that there was a predilection for solicitation of prototypes opaque (3D Printing), and most was used for planning in Implantodonty. There is the fact the majority of professionals consider the low participation of biomodels in total costs.

223

### Endereço para correspondência

Sergio Antonio Pereira Freitas  
Rua Cinegrafioti Marques, 405  
Bairro de Fatura - CEP: 64049-450 - Terezina - PI

## INTRODUÇÃO

Protótipos são réplicas fidedignas de determinados objetos e estruturas. No passado eram construídos por moldagem direta, com gesso e silicone. A partir dos anos 80, com a evolução da informática, foram desenvolvidos sistemas de Prototipagem Rápida (PR), capazes de confeccionar um protótipo em poucos dias ou horas, através de softwares CAD (Computer-Aided Design) e CAM (Computer-Aided Manufacturing).

A Prototipagem Biomédica surgiu no final da década de 80, porém os modelos confeccionados a partir da anatomia humana tinham apenas finalidade didática, para posteriormente auxiliar em cirurgias. Eles permitem a percepção tátil da parte da anatomia desejada e da patologia estudada. Em Odontologia, ela pode ser usada nas áreas de Cirurgia e

Traumatologia Bucocomaxilofacial, Implantodontia, Reabilitação Oral e Ortodontia. Os modelos biomédicos, além de ajudar na comunicação entre a equipe cirúrgica, o paciente e seus familiares, também servem para simulação e planejamento cirúrgico, para confecção de implantes personalizados e como preservação, servindo de parâmetros para posterior comparação pós-operatória.

As técnicas de Prototipagem Rápida mais utilizadas são a Estereolitografia (SLA), a Sinterização Seletiva a Laser (SLS), a Impressão Tridimensional (3D Printing), a Modelagem por Deposição Fundida (FDM) e a Thermojet. Todas elas se baseiam no princípio da adição camada por camada de material, que correspondem às "fatias" axiais da estrutura anatômica examinada.

Tendo em vista as inúmeras vantagens advindas do uso dos Protótipos Biomédicos em Odontologia e o seu advento como recurso de última geração em planejamento, aliados à sua crescente utilização em Teresina – PI, este trabalho teve o objetivo de realizar uma revisão de literatura abordando suas técnicas de obtenção e utilização, o registro da percepção dos profissionais solicitantes quanto à vantagem ou não na utilização dos biomodelos, e um levantamento de um ano das solicitações de protótipos em um Serviço de Radiologia Odontológica dessa cidade.

## REVISÃO DE LITERATURA

No passado um modelo era uma réplica de um determinado objeto, construído a partir de uma moldagem direta, com materiais específicos para esse fim, como gesso, alginato, silicões, dentre outros. O gesso foi empregado pela velha civilização egípcia para reprodução da face humana. Algumas dessas máscaras podem ser vistas no Museu do Cairo e em nada diferem das construídas entre nós, há poucos anos. Posteriormente, já na era da Informática, foi possível projetar um desenho e transformá-lo em modelo. Esse processo, todavia, se baseava em um método de subtração, isto é, a partir de um bloco de matéria prima, eliminava-se o desnecessário e buscava-se aproximar o modelo, o máximo possível, do desenho projetado<sup>1</sup>.

A Prototipagem Rápida é um processo aditivo construído utilizado para obtenção de protótipos diretamente de um modelo tridimensional. As geometrias podem ser obtidas utilizando um programa de modelagem sólida (CAD) ou pela conversão de arquivos obtidos de scanners 3D ou de tomógrafos. Esta tecnologia surgiu no final dos anos 80 e desde então tem sido utilizada por diversas áreas de conhecimento<sup>2</sup>.

### 224 TÉCNICAS DE PROTOTIPAGEM BIOMÉDICA E DISCREPÂNCIA

Segundo Jacobs<sup>3</sup> (1992), existem basicamente três processos básicos para a fabricação de peças: o subtrativo, o aditivo e o conformativo. No processo subtrativo, um bloco de material é desgastado até a obtenção da forma desejada. Já no processo aditivo, um material é manipulado em sucessivas porções até obtermos o formato final da peça. No processo conformativo, forças mecânicas são aplicadas sobre o material para a obtenção da forma desejada.

Gomide (2000)<sup>4</sup> e Grellmann (2001)<sup>5</sup> classificam os sistemas de prototipagem em sistemas baseados em líquidos, sistemas baseados em pó e sistemas baseados em sólidos.

Segundo Volpato et al.<sup>6</sup> (2007) as técnicas de Prototipagem Rápida mais utilizadas são a Estereolitografia (SLA), a Sinterização Seletiva a Laser (SLS), a Impressão Tridimensional (3D Printing), a Modelagem por Deposição Fundida (FDM) e a Thermojet. Todas elas se baseiam no princípio da adição camada por camada de material, que correspondem às “fatias” axiais da estrutura anatômica examinada.

De acordo com Kragkov et al.<sup>7</sup> (1996), os biomodelos apresentam ótima precisão para o uso em procedimentos cirúrgicos. Na sua construção, pelas técnicas de SLA e SLS, eles apresentam uma precisão dimensional que varia entre 0,5 e 0,1mm.

Ono et al.<sup>8</sup> (1999) realizaram uma pesquisa para avaliar a precisão dimensional dos biomodelos de estereolitografia obtidos a partir de imagens de Tomografia Computadorizada Helicoidal. Foi utilizado um crânio seco submerso em água e avaliadas as seguintes distâncias: interzigomática, intergionial, nasion-menton, nasion-ANS, ANS-menton, intercondilar, ramo mandibular, e comprimento do corpo mandibular. Quando comparado com o crânio seco, os biomodelos apresentaram

um erro de ordem de 3%.

Os modelos biomédicos permitem um exercício cirúrgico com determinação das medidas que podem ser transferidas para o paciente com extrema precisão, visto que, a discrepância entre o modelo e a estrutura anatômica é mínima e insignificante<sup>3</sup>.

### UTILIZAÇÃO DE PROTÓTIPOS EM SERVIÇOS DE SAÚDE

Anderl et al.<sup>9</sup> (1994) citam que os biomodelos auxiliam na visualização de estruturas envolvidas em certas deformidades faciais, reduzindo o risco cirúrgico, além de otimizar o planejamento de osteotomias e da movimentação de fragmentos ósseos e o preparo de enxertos.

De acordo com James et al.<sup>10</sup> (1998), os biomodelos obtidos a partir de imagens de TC (Tomografia Computadorizada), IRM (Ressonância Magnética), Ultra-sonografia, Escaneamento a laser e PET (Tomografia por Emissão de Pósitrons) podem ser utilizados com objetivos didáticos, fabricação de implantes protéticos personalizados, diagnóstico precoce na avaliação de deformidades faciais e outras anormalidades fetais, além de facilitar a comunicação entre profissional e paciente.

Sailer et al.<sup>11</sup> (1998) e Peckitt<sup>12</sup> (1999) afirmam que os modelos biomédicos servem para simulação de osteotomias, mensuração de estruturas, treinamento de técnicas de ressecção e um completo planejamento dos mais diversos tipos de cirurgia da região bucomaxilofacial. A sua utilização reduz o tempo do procedimento cirúrgico e, conseqüentemente, o período de anestesia, bem como o risco de infecção, havendo ainda melhora no resultado e diminuição no custo global do tratamento.

Outra aplicação importante é no tratamento de anormalidades ósseas com efeitos estéticos e funcionais para o paciente. Segundo Meurer<sup>13</sup> (2002) em cirurgias mais complexas e personalizadas, os modelos facilitam o procedimento cirúrgico, diminuindo os riscos e o tempo da operação.

De acordo com Meurer<sup>13</sup> (2002) em cirurgia para correção de deformidades faciais que requerem procedimentos cirúrgicos complexos e personalizados os biomodelos são necessários, facilitando a cirurgia, melhorando os resultados, diminuindo os riscos, as complicações, o tempo cirúrgico e os custos globais do tratamento.

Segundo Salles et al.<sup>14</sup> (2002) os modelos confeccionados pela técnica de estereolitografia permitem a percepção tátil da anatomia da região e patologia em estudo, oferecendo diversas vantagens como a simulação, planejamento cirúrgico e comunicação do cirurgião ao paciente. Em relação à simulação do procedimento, existe a vantagem de diminuição de cerca de 30% do tempo operatório.

Em Implantodontia, a Prototipagem Rápida permitiu a confecção de modelos tridimensionais que mostram altura, largura e profundidade do local previsto para o implante. Isso traz mais segurança, proporcionando cirurgias seguras e auxiliando tanto na conduta do profissional como na integridade do paciente<sup>15</sup>

Segundo Foggiatto<sup>2</sup> (2006) são inúmeros os relatos de sucesso com a utilização da tecnologia da Prototipagem Rápida. Na Odontologia, essa técnica é utilizada nas áreas de Implantodontia, Cirurgia, Prótese e Ortodontia.

Os protótipos são empregados na Cirurgia Bucomaxilofacial e Ortognática nos planejamentos de reconstruções dos terços médio e inferior da face, em expansão osteogênica e na reconstrução de ATMs. Servem também como referência pré-operatória, ajudando o cirurgião a comparar a estrutura anatômica após a intervenção<sup>1</sup>.

## METODOLOGIA

O presente projeto constituiu-se em um estudo de natureza quantitativa de caráter exploratório. Para sua execução foi realizada uma ampla pesquisa em artigos e textos científicos publicados em revistas nacionais e internacionais indexadas em diversas áreas da Odontologia. Os artigos após leitura foram resumidos e fizeram parte da revisão de literatura. Uma vez realizada a referida revisão, uma discussão buscando confrontar e comparar os diversos artigos foi realizada.

Foram documentados os protótipos biomédicos realizados em uma clínica de Diagnóstico por Imagem da cidade de Teresina – PI no período de setembro/2006 a setembro de 2007. De cada protótipo confeccionado, foi registrado, em uma Ficha de Coleta de Dados o motivo da solicitação, a técnica empregada na sua confecção, e a extensão do protótipo (maxila simples ou estendida, mandíbula simples ou estendida, face simples ou total).

Foram entrevistados os profissionais solicitantes dos protótipos confeccionados na referida clínica, com o objetivo de avaliar sua percepção quanto as possíveis vantagens na utilização dos biomodelos para o planejamento dos procedimentos cirúrgicos e reabilitadores. As informações foram registradas em formulário apropriado.

O acesso às informações referentes aos protótipos foi autorizado pelo Coordenador do Setor de Radiologia Odontológica da referida clínica, por escrito, mediante Termo de Consentimento Livre e Esclarecido devidamente assinado.

Inicialmente, os dados referentes aos protótipos foram analisados por meio de distribuição de frequências absolutas e relativas, e posteriormente representadas na forma de Tabelas e Gráficos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo foi possível registrar a solicitação de protótipos biomédicos em uma clínica de Diagnóstico por Imagem da cidade de Teresina (Piauí), a única do estado a oferecer esse serviço. Desse modo, os achados deste trabalho representam a realidade de um Estado da Federação. A quantidade de biomodelos confeccionados e seus respectivos processos de obtenção estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Protótipos biomédicos confeccionados a partir de solicitações a uma clínica de Diagnóstico por Imagem na cidade de Teresina (PI), no período de 01 ano (setembro de 2006 a setembro de 2007). Teresina (PI), 2007.

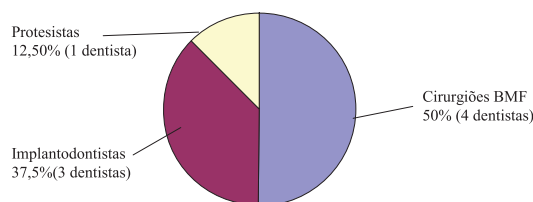
TÉCNICA	REGIÃO	QUANTIDADE DE PROTÓTIPOS
3D Printing	Mandíbula simples	4
	Mandíbula estendida	0
	Maxila simples	3
	Maxila estendida	1
	Face simples	3
	Face total	0
Estereolitografia	Mandíbula simples	3
	Mandíbula estendida	0
	Maxila simples	2
	Maxila estendida	0
	Face simples	0
	Face total	0
TOTAL		16

Fonte: Pesquisa Direta.

No período de 1(um) ano, de setembro de 2006 a setembro de 2007, na cidade de Teresina (PI), foram solicitados e confeccionados 16 biomodelos. Desse total, 11 (68,75%) foram confeccionados pela técnica 3D Printing e 5 (31,25%) pela técnica de Estereolitografia. Os achados revelaram uma predileção pelo método 3D Printing, que gera modelos opacos, em detrimento ao método estereolitográfico, que gera modelos transparentes e com textura e acabamento melhores. Atribuiu-se ao menor custo dos modelos 3D Printing, cerca de 50% inferior, quando comparados aos modelos estereolitográficos, a notória predileção por sua solicitação.

Quanto à solicitação dos biomodelos, este estudo demonstrou que na cidade de Teresina (PI) especialistas em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, Implantodontia e Prótese são os profissionais solicitantes (Gráfico 1), e quanto aos procedimentos realizados (Gráfico 2) destacam-se as reconstruções de segmentos após trauma (órbita e arco zigomático); ressecção de mandíbula; planejamento ou enxerto ósseo para instalação de implantes; osteoplastia; e cirurgia ortognática.

Gráfico 1 - Profissionais solicitantes de protótipos biomédicos em Teresina (PI) Teresina (PI), 2007.



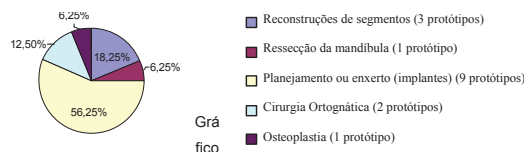
Fonte: Pesquisa Direta

Os achados encontrados neste trabalho em relação às especialidades que fazem uso de prototipagem rápida corroboram com o relato de Foggiatto (2006)<sup>4</sup> e achados no site [www.artis.com.br](http://www.artis.com.br), que afirmam que essa técnica é utilizada nas áreas de Implantodontia, Cirurgia, Prótese e Ortodontia.

Em Teresina (PI), conforme gráfico o 1, os biomodelos foram solicitados por implantodontistas, cirurgiões bucomaxilofaciais e protelistas, profissionais que ao nosso ver necessitam de planejamento detalhado de grandes procedimentos cirúrgicos da face, no caso de cirurgiões bucomaxilofaciais, e para planejamento e/ou realização de enxerto ósseo para instalação de implantes, no caso de implantodontistas e protelistas (gráfico 2). No período estudado, não foi registrada nenhuma solicitação por ortodontistas.

A tabela 2 relata as razões que levaram os cirurgiões-dentistas a empregar os protótipos biomédicos

Gráfico 2 - Procedimentos realizados em protótipos biomédicos solicitados em Teresina (PI). Teresina (PI), 2007



Fonte: Pesquisa Direta

Na literatura há relatos<sup>1,2,9</sup> quanto à contribuição positiva dos protótipos biomédicos no diagnóstico. Neste estudo, 6 protótipos, segundo relatos dos cirurgiões-dentistas, foram empregados para tal finalidade, o que nos leva a acreditar que os biomodelos são instrumentos basicamente de planejamento (11 protótipos relatados), com valor diagnóstico questionável.

Tabela 2 - Razão que levou os cirurgiões dentistas a empregarem os respectivos prototipos biomedicos. Teresina (PI),

2007.

RAZÃO DO EMPREGO DOS PROTÓTIPOS	NÚMERO DE PROTÓTIPOS SEGUNDO RELATO DOS DENTISTAS SOLICITANTES
Contribuir com o diagnóstico	6
Produzir um implante, prótese ou placa de reconstrução personalizada	7
Aperfeiçoar o planejamento cirúrgico	11
Estudar técnica de ressecção	3
Obter concordância após informá-lo do planejamento	2
Como uma orientação objetiva durante a intervenção	7
Simular detalhadamente uma intervenção pré-operatória	8

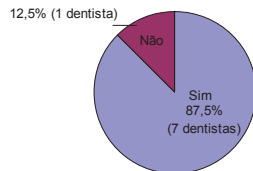
Fonte: Pesquisa Direta.

Na literatura, há relatos<sup>1,9,10</sup> quanto à contribuição positiva dos protótipos biomédicos no diagnóstico. Neste estudo, seis protótipos, segundo relatos dos cirurgiões-dentistas, foram empregados para tal finalidade, o que nos leva a acreditar que os biomodelos são instrumentos basicamente de planejamento (onze protótipos relatados), com valor diagnóstico questionável.

No presente estudo, 7 cirurgiões-dentistas (87,5%) relataram que a intervenção cirúrgica foi simulada sobre o modelo

Gráfico 3 - Relato de simulação da intervenção cirúrgica nos biomodelos.

Teresina (PI), 2007

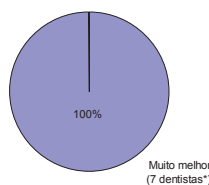


Fonte: Pesquisa Direta

(gráfico 3), uma possibilidade citada por diversos autores<sup>11,12,14</sup>. Um dos cirurgiões-dentistas solicitantes de protótipos e participante deste trabalho fez o seguinte relato externando seu pensamento favorável à simulação cirúrgica prévia: "A realização da cirurgia de modelos permitiu um planejamento e execução do ato cirúrgico com precisão".

O gráfico 4 relata a avaliação do procedimento cirúrgico com a simulação prévia em biomodelos. Todos os cirurgiões-dentistas que simularam as intervenções cirúrgicas em protótipos (7 dentistas – 100%) afirmaram que o procedimento cirúrgico foi muito melhor. Nossos achados corroboram com os relatos de Meurer<sup>13</sup> (2002) e Grandó<sup>15</sup> (2005) que destacam o uso de biomodelos como facilitadores dos procedimentos cirúrgicos, proporcionando cirurgias seguras, melhorando os resultados e diminuindo os riscos e complicações. Destaca-se o relato de um dos cirurgiões-dentistas solicitantes de protótipos participante deste trabalho: "A utilização do biomodelo foi fundamental para dimensionar o posicionamento dos implantes, enxertos e parafusos, verificando inclusive as placas de fixação rígida que seriam colocadas".

Gráfico 4 - Relato da avaliação do procedimento cirúrgico com simulação prévia em biomodelos. Teresina (PI), 2007



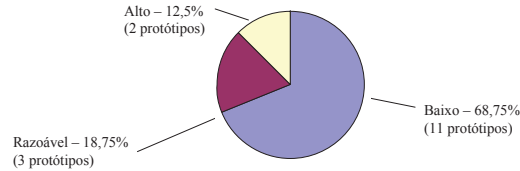
\* Em relação à simulação prévia do procedimento cirúrgico em biomodelos, dos oito dentistas solicitantes, um não fez tal simulação.

Fonte: Pesquisa Direta

Um dos aspectos estudados neste trabalho, diz respeito à participação do biomodelo no total dos custos do procedimento realizado. O gráfico 5 mostra que 11 protótipos

(68,75%), segundo a avaliação dos cirurgiões-dentistas solicitantes, tiveram participação baixa no total dos custos e apenas 2 protótipos (12,5%) tiveram participação alta. Em nossa avaliação, este fato deve-se ao aumento do número de empresas que prestam esse serviço em nosso país e, conseqüentemente, à redução dos preços. Os relatos de D'Urso et al<sup>16</sup> (1998) e Meurer<sup>13</sup> (2002) são unânimes quanto ao potencial dos biomodelos em diminuir o custo global do tratamento.

Gráfico 5 - Participação do biomodelo no total dos custos do procedimento. Teresina (PI), 2007.



Fonte: Pesquisa Direta

## CONCLUSÃO

De acordo com os achados deste estudo e baseado em relatos de cirurgiões-dentistas solicitantes de biomodelos na cidade de Teresina (PI), podemos concluir que:

No período estudado, houve predileção pela solicitação de protótipos opacos, produzidos pelo método 3D Printing;

Os especialistas em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, Implantodontia e Prótese foram os profissionais solicitantes;

A maioria dos protótipos solicitados (56,25%) foi utilizada para planejamento em Implantodontia;

A maioria dos protótipos solicitados (68,75%) contribuiu, sobretudo, para aperfeiçoar o planejamento cirúrgico;

87,5% dos dentistas solicitantes realizaram simulação da intervenção cirúrgica nos biomodelos, e todos esses (100%) relataram que o procedimento cirúrgico foi muito melhor;

A participação do biomodelo no total dos custos do procedimento foi considerada baixa em 68,75% dos casos.

## REFERÊNCIAS

- 1- ARTIS. Prototipagem rápida. [On line]. Brasília, Brasil; 2008. [capturado em setembro de 2008] Disponível em: [www.artis.com.br/proto/proto.html](http://www.artis.com.br/proto/proto.html)
- 2- Foggiaatto JA. O uso da Prototipagem Rápida na área Médico-Odontológica. Revista Tecnologia e Humanismo. 2006; 30.
- 3- Jacobs PF. Rapid prototyping and manufacturing fundamentals of stereolithography. Society of Manufacturing Engineers. 1992.
- 4- Gomide RB. Fabricação de componentes injetados em insertos produzidos por estereolitografia. Florianópolis; 2000. Mestrado (Dissertação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina.
- 5- Grellmann DA. Utilização das tecnologias de estereolitografia e microfusão para aplicações em prototipagem rápida e ferramental rápido. Florianópolis; 2001. Mestrado (Dissertação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina.
- 6- Volpato N et al. Prototipagem Rápida – Tecnologias e Aplicações. 1. ed.: São Paulo: Edgard Blücher; 2007.
- 7- Kragstov J et al. A comparison of three – dimensional computed tomography scans and stereolithographic models for evaluation of craniofacial anomalies. J Oral Maxillofac Surg. 1996; 54(4):402-11.
- 8- Ono I et al. Method for preparing an exact-size model using helical volume scan computed tomography. Plast Reconstr

- Surg. 1999; 37(5):353-369.
- 9- Anderl H et al. CT – Guided stereolithography as a new tool in craniofacial surgery. Br J Plast Surg. 1994; 47(1):60-64.
- 10- James W J et al. Correction of congenital malar hypoplasia using stereolithography for presurgical planning. J Oral Maxillofac Surg. 1998; 56(4):512-7.
- 11- Sailer HF et al. The value of stereolithographic models for preoperative diagnosis of craniofacial deformities and planning of surgical corrections. Int J Oral Maxillofac Surg. 1998; 27(5):327-333.
- 12- Peckitt NS. Stereoscopic lithography: customized titanium implants in orofacial reconstruction. Br J Oral and Maxillofac Surg. 1999; 37(5):353-369.
- 13- Meurer E. As tecnologias CAD-CAM em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial. Porto Alegre; 2002. Doutorado (Tese em Odontologia) – Programa de Pós-Graduação em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- 14- Salles FA, Anchieta MVM, Carvalho GP. Estereolitografia auxiliando o planejamento cirúrgico em enfermidades orais. RBPO. 2002; 1(1): 54-60.
- 15- Grando N. Segmentação de Imagens Tomográficas, visando à construção de Modelos Médicos. Curitiba; 2005. Mestrado (Dissertação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- 16- D'urso PS et al. Biomodeling – guided stereotaxy. Neurosurgery. 1999; 44(5):1084-1093.