

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL
TESE DEFENDIDA POR Maria de Fátima
de Gouveia E APROVADA
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 17/04/2009
Cecília Amélia de Carvalho Zavaglia
ORIENTADOR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Aplicação da Prototipagem Rápida no Planejamento de Cirurgias Craniofaciais

Autora: Maria de Fátima de Gouveia
Orientadora: Cecília Amélia de Carvalho Zavaglia

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE MATERIAIS E PROCESSOS DE
FABRICAÇÃO**

Aplicação da Prototipagem Rápida no Planejamento de Cirurgias Craniofaciais

Autora: Maria de Fátima de Gouveia
Orientadora: Cecília Amélia de Carvalho Zavaglia

Curso: Engenharia Mecânica
Área de Concentração: Materiais e Processos de Fabricação

Tese de doutorado apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Mecânica.

Campinas, 2009
S.P. – Brasil

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

G745a Gouveia, Maria de Fátima de
Aplicação da prototipagem rápida no planejamento de
cirurgias craniofaciais / Maria de Fátima de Gouveia. --
Campinas, SP: [s.n.], 2009.

Orientador: Cecília Amélia de Carvalho Zavaglia.
Tese de Doutorado - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Prototipagem Rápida. 2. Cirurgia maxilofacial. 3.
Face - Cirurgia. 4. Crânio - Cirurgia. 5. Biomateriais. I.
Zavaglia, Cecília Amélia de Carvalho. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia
Mecânica. III. Título.

Título em Inglês: Application of rapid prototyping in craniofacial surgeries planning

Palavras-chave em Inglês: Rapid Prototyping, Biomodel, Surgical Planning,
Craniofacial Surgery, Biomaterials

Área de concentração: Materiais e Processos de Fabricação

Titulação: Doutor em Engenharia Mecânica

Banca examinadora: Célia Marina de Alvarenga Freire, Éder Lima de Albuquerque,
Eliana Cristina da Silva Rigo, Jonas de Carvalho

Data da defesa: 17/04/2009

Programa de Pós Graduação: Engenharia Mecânica

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

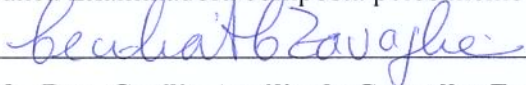
TESE DE DOUTORADO

**Aplicação da Prototipagem Rápida no
Planejamento de Cirurgias Craniofaciais**

Autora: **Maria de Fátima de Gouveia**

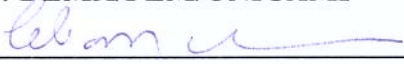
Orientadora: **Cecília Amélia de Carvalho Zavaglia**

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Tese:



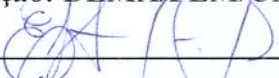
Profa. Dra. Cecília Amélia de Carvalho Zavaglia, Presidente

Instituição: DEMA/FEM/UNICAMP



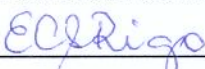
Profa. Dra. Célia Marina de Alvarenga Freire

Instituição: DEMA/FEM/UNICAMP



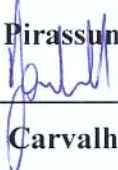
Prof. Dr. Éder Lima de Albuquerque

Instituição: DPM/FEM/UNICAMP



Profa. Dra. Eliana Cristina da Silva Rigo

Instituição: USP - Pirassununga



Prof. Dr. Jonas de Carvalho

Instituição: EESC/USP – São Carlos

Campinas, 17 de abril de 2009

*Dedico este trabalho aos meus antepassados,
em especial aos meus pais.*

Agradecimentos

A realização deste trabalho foi possível graças à contribuição de muitas pessoas. A todas elas, a minha gratidão. Agradeço especialmente:

À Professora Cecília Zavaglia, que sempre me encorajou a seguir em frente.

Ao apoio do Programa CYTED – Rede Iberoamericana de Biofabricação: Materiais, Processos e Simulação – BIOFAB.

Ao grupo de trabalho do CTI e em particular ao Jorge V. L. da Silva pelo incentivo, ao Pedro Noritomi, Paulo Inforçatti, Josiane Teixeira, Viviane Antonelli, Arnaldo Lixandrão, Thiago Velho e Luís Fernando pelo suporte e apoio.

Aos colegas da biomodelagem Aírton Moreira e Gustavo Paschoal, que com dedicação e perseverança, têm sido essenciais para o êxito do projeto Promed.

Aos cirurgiões e amigos: Carlos Villela pelo auxílio na definição do trabalho e correção do texto, Edelto Antunes pelos esclarecimentos técnicos, Leandro Baccarin pelo apoio e auxílio na correção do texto, Luís Passeri pela colaboração, Galvão Roland e Giovanni Di Giacomo pelo apoio.

A todos os cirurgiões que participaram do Promed, cujas contribuições foram fundamentais para a consolidação deste projeto.

A colaboração das empresas de biomodelagem: AnneSolutions, Artis, BCS, Bioparts, Fábrica de Imagens, LaserTao, Nuclen, Protis, Robtec, Seacam e 3D Power Technology.

Ao amigo e ex-estagiário Hugo Ananias pelo auxílio técnico e valorosas discussões.

Aos colegas do início do Promed: Aílton Santa Bárbara, Bruno Cassaro, Richard Gallo, Glauco Silva e Marcelo Amati .

Aos meus amigos do CTI: Rosana, Olga, Adriana, Artemis, Wagner e Beto pelo incentivo.

Aos meus familiares pela paciência e apoio.

“Porque Tu, Senhor, de uma maneira singular, me tens firmado na esperança”

Salmo 4

Resumo

GOUVEIA, Maria de Fátima de, *Aplicação da Prototipagem Rápida no Planejamento de Cirurgias Craniofaciais*, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2009. 157 p. Dissertação (Doutorado).

A utilização da tecnologia de Prototipagem Rápida (PR) na área médica tem se expandindo a cada dia. Os modelos médicos, ou os chamados biomodelos, utilizados para planejamento cirúrgico são confeccionados por processos de PR, a partir do processamento de imagens médicas de Tomografia Computadorizada. Ao cirurgião esta técnica permite o manuseio de modelos da parte anatômica do paciente, antes da execução do correspondente procedimento cirúrgico de reconstrução. A tecnologia de PR associada à biomodelagem tem se revelado uma ferramenta excepcional para: o planejamento cirúrgico, a confecção de próteses personalizadas e a execução da cirurgia, levando a melhores resultados funcionais e estéticos, bem como a uma diminuição de riscos e custos envolvidos neste processo. Este trabalho foi desenvolvido dentro do Projeto Promed – Prototipagem Rápida na Medicina, no Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – CTI, que atendeu, entre janeiro de 2000 e setembro de 2008, um total de 982 pacientes com necessidade de cirurgias de reconstrução. Este trabalho apresenta um levantamento de dados sobre estes pacientes, classificando-os quanto a: gênero, faixa etária, procedência, regiões anatômicas reproduzidas e aplicações dos biomodelos confeccionados. Os resultados da análise deste levantamento indicaram que 98% dos casos atendidos foram referentes às reconstruções craniofaciais, sendo que 86% destes apresentavam diretamente lesões em um ou mais terços da face. Os biomodelos foram utilizados principalmente em reconstruções de reabilitação bucomaxilar (32%), neoplasias e displasias (18%), fraturas por trauma (13%) e desarmonias faciais (9%). A integração entre biomateriais e PR é examinada no contexto deste estudo, mostrando possibilidades de utilização da PR na confecção direta e indireta de próteses personalizadas, na obtenção de *scaffolds* para reconstrução anatômica e na engenharia tecidual. Exemplos de planejamento cirúrgico realizado com o auxílio de biomodelos foram incluídos no texto, a título de elucidar os métodos de aplicação desta técnica.

Palavras Chave: Prototipagem Rápida, Cirurgia maxilofacial, Face-Cirurgia, Crânio-Cirurgia, Biomateriais.

Abstract

GOUVEIA, Maria de Fátima de, *Application of Rapid Prototyping in Craniofacial Surgeries Planning*, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2009. 157 p. Dissertação (Doutorado).

The use of Rapid Prototyping (RP) technology in medicine has been expanding every day. The medical models, or so-called biomodels, used for surgical planning, are made by RP processes, based on computed tomography medical image processing. This technique allows the surgeon to handle anatomical models of the patient, before running the reconstruction surgery. The RP technology associated with biomodelling has proved to be an exceptional tool for: surgical planning, customized prostheses manufacturing and surgery accomplishment, leading to better functional and aesthetic results, as well as, a reduction of risks and costs involved in this process. This work was developed within Promed Project - Rapid Prototyping in Medicine, at Center for Information Technology Renato Archer - CTI, who attended, between January 2000 and September 2008, a total of 982 patients in need of surgical reconstruction. This work presents a data survey on these patients, classifying them by: gender, age, origin, anatomical regions and biomodel applications. The results of this survey indicated that 98% of cases referred to craniofacial reconstructions, with 86% of these injuries covering one or more thirds of the face. Biomodels were mainly used in reconstructions of bucomaxilar rehabilitation (32%), neoplasias and dysplasias (18%), trauma fractures (13%) and facial disharmonies (9%). The integration of biomaterials and RP is examined in the context of this study, showing possibilities for the use of RP in the direct and indirect construction of customized prostheses, in obtaining scaffolds for anatomical reconstruction and tissue engineering. Examples of surgical planning with the aid of biomodels were included in the text, for elucidating the method of application of this technique.

Key Words: Rapid Prototyping, Biomodel, Surgical Planning, Craniofacial Surgery. Biomaterials.

Índice

LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE TABELAS	xx
GLOSSÁRIO	xxi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Motivação Para o Trabalho	2
1.2 Objetivo do Trabalho	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 A evolução das cirurgias	8
2.2 A Importância da Reconstrução Craniomaxilofacial	9
2.3 Reconstruções Craniomaxilofaciais mais Comuns	10
2.4 Os Biomateriais Utilizados na Reconstrução Craniomaxilofacial	11
2.4.1 Enxertos Ósseos	11
2.4.2 Biomateriais Sintéticos.....	12
2.5 Imagens Médicas para Biomodelagem	13
2.6 O Processamento de Imagens Médicas – o Software InVesalius.....	14
2.7 Cirurgia Guiada por Imagem.....	16
2.8 A tecnologia de Prototipagem Rápida.....	17
2.8.1 Evolução da Prototipagem Rápida	19
2.8.2 Setores de Aplicação da Prototipagem Rápida	21
3 TÉCNICAS UTILIZADAS NA CONFECÇÃO DE BIOMODELOS	23

3.1	Aquisição de Imagens Médicas	23
3.1.1	Tomografia Computadorizada Tradicional	24
3.1.2	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico	25
3.1.3	Composição e Parâmetros das Imagens Tomográficas	28
3.2	Biomodelagem	30
3.3	Processos de Prototipagem Rápida	32
3.3.1	Estereolitografia – SL.....	33
3.3.2	Sinterização Seletiva a Laser – SLS.....	34
3.3.3	Impressão Tridimensional – 3DP.....	35
3.3.4	Modelagem por Fusão e Deposição - FDM	36
3.3.5	Esterilização de Biomodelos	37
4	PROTOTIPAGEM RÁPIDA E BIOMATERIAIS	39
4.1	Biofabricação e Engenharia Tecidual	41
4.2	Prototipagem Rápida de Biomateriais.....	42
4.2.1	Fusão por Feixe de Elétrons - EBM	43
4.2.2	O Equipamento <i>Fab@Home</i>	44
4.2.3	O Equipamento <i>3D Bioplotter</i>	46
4.2.4	Próteses Personalizadas.....	46
4.2.5	<i>Scaffold</i> de Hidroxiapatita - Exemplo de Reconstrução Mandibular	48
4.2.6	<i>Scaffolds</i> Poliméricos e Metálicos.....	51
4.3	Manufatura de Órgãos	52
5	PANORAMA DA BIOMODELAGEM	54
5.1	A Prototipagem Rápida no Projeto Humanitário RP4Baghdad	56
5.2	Empresas de Biomodelagem no Brasil.....	57
5.3	Exemplos Externos de Biomodelagem	59

5.3.1	Cirurgia de Separação de Gêmeos Conjugados – Empresa Robtec/Artis	59
5.3.2	Confecção de Prótese Mista de Hemimandíbula – UFRGS/Empresa Artis.....	62
5.3.3	Processo Aditivo Manual para a Obtenção de Prótese Personalizada	64
5.3.4	Biomodelagem Fetal – o Projeto Fetos 3D	66
6	RESULTADOS DOS CASOS ATENDIDOS PELO PROMED	68
6.1	Evolução do Uso de Biomodelos	69
6.2	Distribuição Regional dos Pacientes	70
6.3	Distribuição dos Pacientes por Faixa Etária e Gênero	72
6.4	Regiões Anatômicas Reproduzidas pelos Biomodelos	73
6.5	Aplicações Craniofaciais dos Biomodelos	76
6.5.1	Aplicações dos Biomodelos: Promed e Phidias	78
6.5.2	Distribuição das Aplicações dos Biomodelos por Gênero	80
6.5.3	Distribuição das Aplicações dos Biomodelos por Faixa Etária	81
6.6	Resultados sobre os Biomateriais Utilizados – Casos Promed	82
7	EXEMPLOS DE CASOS DE CIRURGIAS CRANIOFACIAIS AUXILIADAS POR PROTOTIPAGEM RÁPIDA.....	85
7.1	Reabilitação Bucomaxilar	86
7.1.1	Implantodontia - Cirurgia guiada	86
7.1.2	Enxerto ósseo e implante zigomático.....	88
7.1.3	Enxerto ósseo para correção de atrofia maxilar	89
7.2	Neoplasias e Displasias	90
7.2.1	Neoplasia de mandíbula de pequena extensão	90
7.2.2	Neoplasia de mandíbula de média extensão.....	91
7.2.3	Prótese total de mandíbula – PMMA e titânio	93
7.2.4	Prótese total de mandíbula – PMMA, hidroxiapatita e fibra de carbono	94

7.2.5	Prótese externa na região da órbita	96
7.2.6	Hiperplasia condilar	97
7.3	Fraturas por Trauma	99
7.3.1	Fraturas múltiplas de face.....	99
7.3.2	Fraturas de terço médio	100
7.3.3	Fratura de mandíbula.....	101
7.3.4	Reconstrução de assoalho de órbita	102
7.4	Deformidades Faciais	103
7.4.1	Cirurgia ortognática bimaxilar	103
7.4.2	Deformidade classe III esquelética	104
7.5	Patologias de ATM.....	105
7.5.1	Anquilose da região temporomandibular esquerda.....	106
7.5.2	Anquilose de ATM bilateral.....	107
7.6	Causas Congênitas.....	109
7.6.1	Síndrome de Crouzon.....	109
7.7	Falhas Ósseas Cranianas	110
7.7.1	Cranioplastia de média extensão	110
7.7.2	Cranioplastia de grande extensão	111
7.7.3	Prótese craniana expansível para paciente jovem	113
7.7.4	Prótese craniana volumétrica	115
8	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	119
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123
	ANEXO 1 - HOSPITAIS E UNIDADES DE SAÚDE ATENDIDOS PELO PROJETO PROMED.....	131
	ANEXO 2 - INSTITUIÇÕES ATENDIDAS PELO PROJETO PROMED.	135

ANEXO 3 – PACIENTES ATENDIDOS PELO PROJETO PROMED DE 01/2000 A 09/2008. 137

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Esquema ilustrativo da obtenção de biomodelos por prototipagem rápida (Silva, 2007).....	5
Figura 2.2 – Biomodelos dos crânios e da parte vascular, utilizados para separação de gêmeas conjugadas e Dr. Henry Kawamoto (http://www.biomodel.com/twins.html).	6
Figura 2.3 - Coleção de biomodelos infantis para estudo de síndromes e anomalias. http://www.medicalmodeling.com/craniofacialmodels/library.html	7
Figura 2.4 – Biomodelos de mandíbula com neoplasia e coluna vertebral com escoliose severa (Wohlers, 2007).....	7
Figura 2.5 – Maxila atrófica, reabsorção óssea mandibular (Freitas, 2006) e mandíbula atrófica.	11
Figura 2.6 – Telas do programas InVesalius 1 e InVesalius 2, desenvolvidos no CTI para o processamento de imagens médicas.	16
Figura 2.7 – Número de sistemas de PR vendidos no mundo a cada ano (Wohlers2008).....	20
Figura 2.8 – Setores de aplicações da tecnologia de Prototipagem Rápida (Wohlers, 2008).	21
Figura 3.1 – Exemplo de tomografia em filme radiográfico (Santa Bárbara, 2006).....	24
Figura 3.2- Modo de varredura e equipamento de TC Helicoidal (Cavalcanti, 2008).....	24
Figura 3.3 - Modo de varredura e equipamento de TC de Feixe Cônico (Cavalcanti, 2008).	26
Figura 3.4 - Exemplos de imagens de TC de feixe cônico (http://www.imagingciences.com)....	27
Figura 3.5 - Composição do corte tomográfico e correspondência entre pixel e voxel (Cavalcanti, 2008).....	29
Figura 3.6 – Visualização de imagens tomográficas 2D e reconstruções 3D realizadas no InVesalius.....	30
Figura 3.7 – Imagem tomográfica axial original, reconstrução coronal e sagital.	31
Figura 3.8 – Operação de espelhamento da anatomia e molde para confecção da prótese.....	31
Figura 3.9 – Módulos de reconstrução 3D e de segmentação do software InVesalius 2.	32
Figura 3.10 – Diagrama esquemático do processo SL e equipamento da 3D Systems (Volpato, 2007 e www.3dsystems.com).....	33
Figura 3.11 – Diagrama esquemático do processo SLS e equipamento da 3D Systems (Volpato, 2007 e www.3dsystems.com).....	34

Figura 3.12 – Diagrama esquemático do processo 3DP e equipamento da Z Corp (Volpato, 2007 e www.zcorp.com).	35
Figura 3.13 – Diagrama esquemático do processo de FDM e equipamento da Stratasys (Volpato, 2007 e www.stratasys.com).	36
Figura 4.1 – Diagrama das aplicações da PR na área da saúde (Noritomi, 2006).	40
Figura 4.2 – Diferentes geometrias de scaffolds (Moroni, 2006).	42
Figura 4.3 – Esquema do processo EBM (Noritomi, 2006) e corte de peça de Ti_6Al_4V (www.medicalmodelling.com/ebm).	43
Figura 4.4 - Equipamento Fab@home desenvolvido na Universidade de Cornell (http://fabathome.org).	44
Figura 4.5– Máquina de PR Fab@Home construída no CTI para pesquisa com biomateriais.....	45
Figura 4.6 – Equipamento 3D Bioplotter da Envisiontec (www.envisiontec.de/index.php?id=31).	46
Figura 4.7 – Exemplos de peças de Ti_6Al_4V -ELI obtidas por processo de EBM (www.arcam.com).	47
Figura 4.8 – Exemplos de próteses obtidas por processo de EBM (www.arcam.com).	47
Figura 4.9– Imagem tomográfica e biomodelos virtuais de paciente com severa falha óssea mandibular (www.itg.uiuc.edu/technology/reconstruction).	48
Figura 4.10 - Projeto do scaffold e equipamento Robocasting para confecção do scaffold (www.itg.uiuc.edu/technology/reconstruction).	49
Figura 4.11 – Scaffold de hidroxiapatita, adaptação no biomodelo e trans-operatório (www.itg.uiuc.edu/technology/reconstruction).	50
Figura 4.12 – Estrutura básica do scaffold, ensaios de crescimento celular e exemplo de célula óssea aderida na superfície do scaffold (www.itg.uiuc.edu/technology/reconstruction).	51
Figura 4.13 – Scaffolds polimérico e metálico (www.biomaterials.org/week/bio25.cfm), (www.ilt.fraunhofer.de/eng/100949.html).	52
Figura 4.14 – Esquema da manufatura de órgãos (Mironov, Slideshow).	52
Figura 4.15 –Esquema de obtenção de um órgão através da manufatura de órgãos (Mironov, Slideshow).....	53
Figura 5.1 - Confecção de estátua de 180 mm no equipamento Mammoth II (www.materialise.com).	55

Figura 5.2 - Imagem tomográfica de gêmeos conjugados (Cortesia do Dr. Zacharias Calil).	59
Figura 5.3 – Biomodelo de gêmeos conjugados (Cortesia da Robtec).	60
Figura 5.4 – Imagens de ressonância magnética, utilizadas no planejamento cirúrgico de separação de gêmeas conjugadas (Cortesia do Dr. Manoel Firmato).	61
Figura 5.5 – Biomodelo da hemimandíbula com prótese de placa de titânio (Cortesia do Dr. Luis Alberto dos Santos).	62
Figura 5.6 –Etapas de preparação da prótese mista de hemimandíbula (Cortesia do Dr. Luís Alberto dos Santos).	63
Figura 5.7 – Montagem final da prótese mista de hemimandíbula no biomodelo (Cortesia do Dr. Luís Alberto dos Santos).	63
Figura 5.8 – Imagem radiográfica e tomografia quinze dias após a cirurgia, biomodelo quatro anos após a cirurgia (Cortesia do Dr. Luis Alberto dos Santos).	64
Figura 5.9 – Sequência da obtenção manual de prótese para cranioplastia (Cortesia do Dr. Edeldo Antunes).	65
Figura 5.10– Molde obtido a partir da prótese de cera e aspecto final da prótese (Cortesia do Dr. Edeldo Antunes).	66
Figura 5.11 - Biomodelos virtuais de fetos (Cortesia de Jorge Lopes dos Santos).	67
Figura 5.12 - Biomodelos de fetos confeccionados por PR (Cortesia de Jorge Lopes dos Santos).	67
Figura 6.1 – Pacientes atendidos pelo projeto Promed de janeiro de 2000 até setembro de 2008.	70
Figura 6.2 – Distribuição regional dos pacientes atendidos pelo projeto Promed.	71
Figura 6.3 – Distribuição dos pacientes atendidos no estado de São Paulo.	72
Figura 6.4 – Distribuição dos pacientes atendidos por faixa etária.	72
Figura 6.5 – Distribuição dos pacientes atendidos por faixa etária e gênero.	73
Figura 6.6 - Classificação da face em terços horizontais para estudo de simetria facial.	74
Figura 6.7 – Regiões anatômicas craniofaciais reproduzidas pelos biomodelos.	75
Figura 6.8 - Aplicações craniofaciais dos biomodelos.	77
Figura 6.9 – Comparação entre as aplicações dos biomodelos nos projetos Promed e Phidias.	79
Figura 7.1 – Dentes mandibulares e guia radiográfico.	86
Figura 7.2 - Guia cirúrgico virtual e biomodelo do guia com os cilindros metálicos para perfuração.	87

Figura 7.3 – Utilização do guia cirúrgico no momento da fresagem, após a fixação dos cicatrizadores nos implantes já instalados e aspecto final da reabilitação bucal.....	88
Figura 7.4 – Planejamento cirúrgico: implante zigomático para reabilitação protética em hemimaxila com extensa falha óssea.	88
Figura 7.5 – Intra-operatório e radiografia panorâmica de controle pós-operatório.	89
Figura 7.6 – Enxerto ósseo de crista ilíaca, esculpido de acordo com o biomodelo para reconstrução de maxila atrófica.....	90
Figura 7.7 – Adaptação prévia do enxerto ósseo ao biomodelo antes da reconstrução da maxila atrófica.....	90
Figura 7.8 – Modelo virtual, biomodelo físico e adaptação da placa reconstrutiva para paciente com neoplasia de mandíbula.	91
Figura 7.9 – Radiografias panorâmicas: pós-operatória e após a instalação dos implantes.....	91
Figura 7.10 – Modelo virtual da lesão mandibular e espelhamento do lado sadio.	92
Figura 7.11 – Etapas de confecção da prótese por moldagem a partir do biomodelo espelhado...	92
Figura 7.12 – Obtenção da prótese de PMMA e placa de titânio para reconstrução mandibular. .	92
Figura 7.13 – Imagens do modelo virtual de mandíbula com neoplasia de grande extensão.	93
Figura 7.14– Biomodelo de mandíbula com neoplasia de grande extensão.	93
Figura 7.15– Prótese de PMMA e detalhe da cirurgia mostrando a fixação com placas de titânio.	94
Figura 7.16– Modelo virtual e planejamento de prótese total de mandíbula para paciente com neoplasia de grande extensão	94
Figura 7.17– Biomodelos virtual e físico de prótese total de mandíbula com núcleo de reforço. .	95
Figura 7.18– Aspecto final da prótese total de mandíbula de PMMA, hidroxiapatita e núcleo de fibra de carbono.....	95
Figura 7.19 - Imagens do modelo virtual do paciente com sequela em hemiface à direita, com espelhamento do lado sadio e biomodelo da prótese.	96
Figura 7.20 – Região facial acometida por defeito extenso, acabamento da prótese externa e resultado final da adaptação da prótese no paciente.....	97
Figura 7.21 – Biomodelo para paciente com acentuada hiperplasia condilar.....	97
Figura 7.22 – Realização das osteotomias no biomodelo para correção de hiperplasia condilar. .	98
Figura 7.23 – Etapa final de planejamento da cirurgia corretiva de hiperplasia condilar.....	98

Figura 7.24 – Aspecto da hiperplasia condilar no pré e pós-operatório.....	99
Figura 7.25– Biomodelo com múltiplas fraturas faciais.	99
Figura 7.26 – Planejamento de reconstrução para paciente com múltiplas fraturas faciais.	100
Figura 7.27 – Biomodelo com fraturas de terço médio e modelagem manual de cimento acrílico.	101
Figura 7.28 – Reconstrução do assoalho de órbita e aspecto final do planejamento no biomodelo.	101
Figura 7.29 – Modelo virtual, biomodelo de mandíbula com fratura e biomodelo espelhado. ...	102
Figura 7.30 - Simulação cirúrgica com template e adaptação da placa de reconstrução no trans- operatório.	102
Figura 7.31 – Biomodelos virtual e físico para reconstrução de assoalho de órbita.	103
Figura 7.32 – Planejamento cirúrgico de reconstrução de assoalho de órbita e trans-operatório.	103
Figura 7.33 – Paciente com grave assimetria facial e etapas do planejamento de cirurgia ortognática bimaxilar.....	104
Figura 7.34 – Detalhes do planejamento de cirurgia ortognática bimaxilar.	104
Figura 7.35 – Biomodelos virtual e físico para paciente com deformidade classe III esquelética.	105
Figura 7.36 – Adaptação dos implantes de polietileno poroso no biomodelo e trans-operatório.	105
Figura 7.37 – Biomodelos virtual e físico de paciente com anquilose lateral esquerda.....	106
Figura 7.38 – Preparação de guia cirúrgico para osteotomia na articulação temporomandibular.	106
Figura 7.39 – Biomodelos virtual e físico para paciente com anquilose de ATM bilateral.....	107
Figura 7.40 – Etapas de corte e desbaste do biomodelo durante o planejamento cirúrgico.....	108
Figura 7.41 – Adaptação dos templates da prótese total de ATM no biomodelo.	108
Figura 7.42 – Abertura bucal pré e pós-operatória imediata e tardia.	109
Figura 7.43 – Planejamento cirúrgico para paciente com síndrome de Crouzon.....	110
Figura 7.44 – Biomodelo virtual e biomodelos da prótese, da lesão e do molde para PMMA....	111
Figura 7.45 – Prótese de PMMA e adaptação no biomodelo para cranioplastia de média extensão	111

Figura 7.46 – Planejamento de cranioplastia para paciente com extensa falha craniana.....	112
Figura 7.47 – Vistas pré, trans e pós-operatória imediata de paciente com extensa falha craniana.	112
Figura 7.48 - Paciente jovem com extensa lesão craniana.	113
Figura 7.49 - Projeto de prótese craniana expansível composta de quatro partes.....	114
Figura 7.50 - Análise de elementos finitos e fixação da prótese craniana expansível.	114
Figura 7.51 – Planejamento da prótese expansível e detalhe cirúrgico após a fixação da prótese.	115
Figura 7.52 – Biomodelos virtuais com extensa falha frontoparietal e projeto de dupla prótese craniana.	116
Figura 7.53 – Biomodelo com extensa falha frontoparietal e adaptação de dupla prótese craniana.	116
Figura 7.54 – Confecção de prótese volumétrica por moldagem de PMMA.....	117
Figura 7.55 – Aspecto final da prótese volumétrica confeccionada em PMMA.	117
Figura 7.56 – Cranioplastia com prótese volumétrica – vistas pré, trans e pós-operatórias.	118

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – Seis países com o maior número de equipamentos de PR (Wohlers, 2008).20

Tabela 2.2 – Equipamentos de PR vendidos no Brasil por ano (Wohlers, 2008).21

Tabela 3.1 - Quadro comparativo entre TC tradicional e TC de feixe cônico (Garib, 2007).28

Tabela 3.2 - Métodos de esterilização dos biomodelos (Wohlers, 2008).37

Tabela 5.1 - Aplicações dos biomodelos no Projeto RP4Baghdad.56

Tabela 5.2 - Empresas que prestam serviços de biomodelagem no Brasil (maio/2008).....58

Tabela 6.1 - Indicação de uso dos biomodelos de acordo com projeto Phidias (Erben, 2002).....78

Tabela 6.2 – Dados da distribuição das aplicações craniofaciais dos biomodelos por gênero.80

Tabela 6.3 - Dados da distribuição das aplicações dos biomodelos por faixa etária.82

Glossário

2D – Bidimensional.

3D – Tridimensional.

3DP - *Tridimensional Printing* – Impressão tridimensional.

ATM – Articulação temporomandibular.

CAD – *Computer Aided Design* – Projeto auxiliado por computador.

Cranioplastia - Operação plástica do crânio, em geral através de adaptação de implantes de metal, polímero ou tecido ósseo.

Craniotomia – Abertura cirúrgica da caixa craniana.

Cicatrizador – Componente protético, utilizado após a instalação do implante, para condicionar o tecido gengival, antes de receber o elemento protético dental.

DICOM – *Digital Imaging and Communications in Medicine* – Padrão de comunicação de imagens médicas digitais.

DLMS – Direct Laser Metal Sintering – Sinterização de metal a laser.

EBM – *Electron Beam Melting* – Fusão por Feixe de Elétrons.

Exoftalmia – Saliência exagerada do globo ocular.

FDM – *Fused Deposition Modeling* – Modelagem por fusão e deposição.

Fratura cominutiva - Fratura na qual o osso se quebra em vários fragmentos.

Glabela – Saliência frontal média ou nasal, situada entre as duas arcadas superciliares.

IJP – *Ink Jet Printing* - Impressão por jato de tinta.

LENS – *Laser Engineered Net Shaping* – Fabricação da forma final a laser.

INT – Instituto Nacional de Tecnologia.

IRM – Imagem por Ressonância Magnética.

Mandibulectomia – Remoção cirúrgica da mandíbula.

Material aloplástico – Material utilizado para uma reconstrução, originário de fora do corpo do paciente.

ONG – Organização não governamental.

Osteotomia – Corte cirúrgico de um ou mais ossos com uma finalidade determinada.

Phantom – Modelo do corpo humano (no caso considerado) ou de partes do corpo.

PR – Prototipagem rápida.

Prognatismo – Projeção anormal da mandíbula para a frente.

Ressecção – Remoção de um órgão em extensão variável.

Scaffold – Estrutura temporária ou não, que pode ser constituída de diversos biomateriais, sendo utilizado na área da saúde em reconstruções de tecidos ou órgãos.

SL – *Stereolithography* – Estereolitografia.

SLM – *Selective Laser Melting* – Fusão seletiva a laser

SLS – *Selective Laser Sinterization* – Sinterização seletiva a laser.

STL - Formato de arquivo utilizado em prototipagem rápida, derivado de STereoLithography.

TC – Tomografia computadorizada.

Template – Placa não implantável similar à prótese.

Zigoma – Osso zigomático ou osso da bochecha.

Capítulo 1

Introdução

O desenvolvimento da tecnologia de Prototipagem Rápida (PR) permite atualmente a produção de objetos físicos com geometrias as mais variadas. A PR pode ser definida como um grupo de processos de fabricação, baseados na adição de material através de camadas planas sucessivas, ou seja, na manufatura por camadas. Esta tecnologia permite fabricar objetos físicos (protótipos, modelos, etc.) em três dimensões (3D), a partir de informações obtidas diretamente do modelo geométrico gerado no sistema CAD, de uma forma rápida, automatizada e totalmente flexível (Volpato 2007).

Os processos de PR foram inicialmente desenvolvidos para utilização na área de desenvolvimento de produtos, mas suas aplicações se disseminaram bastante. Elas vão desde a arquitetura até a antropologia, paleontologia, bioquímica e mais recentemente a medicina. Na área médica, dados tridimensionais de estruturas internas e externas do corpo humano possibilitam a construção dos chamados modelos médicos ou biomodelos (ou ainda protótipos médicos). Biomodelos são réplicas de partes anatômicas, construídas com diferentes materiais, a partir de dados das imagens de exames como Tomografia Computadorizada (TC), Imagem por Ressonância Magnética (IRM), Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET/SPECT) e Ultrassonografia.

Atualmente a maior parte destes biomodelos reproduzem estruturas ósseas e são construídos a partir de dados de TC. Os biomodelos auxiliam a equipe cirúrgica a compreender o formato, a orientação, a localização relativa e o tamanho da estrutura anatômica em questão. São

empregados para diagnóstico, planejamento cirúrgico, preparação de implantes, próteses externas e guias cirúrgicos, além da comunicação entre os membros da equipe cirúrgica e finalidades didáticas. Têm sido utilizados por cirurgiões nas seguintes áreas: bucomaxilofacial, craniofacial, neurocirurgia, ortopedia entre outros. Em alguns casos os modelos são cortados e reconstruídos antes da cirurgia e muitas vezes são esterilizados e levados ao centro cirúrgico, para auxiliar diretamente como uma ferramenta de visualização para a intervenção médica (McAloon, 1997), (Petzold, 1999).

Para atuar neste campo de aplicações, foi criado em agosto de 2001, pela DDP - Divisão de Desenvolvimento de Produtos (atual DT3D – Divisão de Tecnologias Tridimensionais), do CTI (Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer), o projeto Promed (Prototipagem Rápida na Medicina), com o objetivo de empregar a computação gráfica e a Prototipagem Rápida para auxiliar o planejamento de cirurgias complexas. Um marco importante dentro do Promed foi o desenvolvimento e lançamento em 2003, do software InVesalius, um aplicativo para visualização e processamento de imagens médicas, que permite a criação dos biomodelos virtuais. Estes são enviados aos equipamentos de PR para a confecção dos biomodelos físicos (www.cti.gov.br/promed/promed.htm).

O DT3D colocou em operação em 1999 o primeiro equipamento de PR, baseado no processo de sinterização seletiva a laser, com o objetivo de divulgar esta tecnologia no Brasil e atuar como apoio ao desenvolvimento de produtos, prestando serviço de confecção de protótipos para pequenas e médias empresas. Naquela ocasião foram realizados os primeiros ensaios de confecção de modelos de estruturas anatômicas. Entre janeiro de 2000 até setembro de 2008, foram confeccionados 982 biomodelos para pacientes que necessitavam de complexas cirurgias de reconstrução, exigindo um minucioso planejamento cirúrgico.

1.1 Motivação Para o Trabalho

O aumento da procura dos serviços de biomodelagem virtual e física motivou a organização dos registros dos pacientes atendidos. Para esta finalidade foi criado um formulário, onde constavam os principais dados sobre cada atendimento. Considerando o número crescente de informações coletadas, surgiu a necessidade de realizar a compilação destes dados, para

possibilitar a rápida extração de diversos tipos de informação sobre pacientes e serviços prestados, permitindo análises estatísticas, caracterização de demandas, análise de evolução e tendências dentro da biomodelagem.

1.2 Objetivo do Trabalho

O objetivo principal deste trabalho é caracterizar os tipos de demanda por biomodelos confeccionados através de prototipagem rápida identificados no Brasil. Esta análise baseia-se no estudo do histórico de 982 pacientes atendidos pelo projeto Promed entre janeiro de 2000 até setembro de 2008. O tratamento e análise dos dados coletados foram executados a partir de uma planilha preenchida com as seguintes informações de cada paciente: gênero, idade, origem geográfica, região anatômica reproduzida e indicação de uso do biomodelo.

Este trabalho procura dar uma contribuição efetiva para a implantação da técnica de utilização de biomodelos para planejamento cirúrgico no país, a partir da divulgação da experiência primordial do projeto Promed. Outra importante meta que este trabalho pretende alcançar é, a partir da análise dos resultados obtidos pelo Promed, auxiliar na orientação de pesquisas, políticas públicas e futuros investimentos (privados e governamentais) nesta área, onde a integração de várias tecnologias é posta a serviço da melhoria da saúde da população.

Capítulo 2

Revisão da Literatura

Os modelos médicos ou biomodelos são definidos como modelos físicos da anatomia de um paciente, que foram confeccionados por um processo de prototipagem rápida, a partir de dados de imagens médicas. A confecção dos biomodelos foi descrita inicialmente em 1990 por Mankovich, que empregou o processo de estereolitografia em seu trabalho (Mankovich, 1990). O desenvolvimento desta técnica tornou-se possível graças aos desenvolvimentos alcançados nas aquisições de imagens médicas, nos softwares de processamento de imagens tridimensionais e do advento da tecnologia de prototipagem rápida (Winder, 2005).

Os biomodelos podem ser réplicas de tecidos ósseos ou de tecidos moles como pele, sistema vascular e passagem nasal (Seitz, 2004). Eles podem ser empregados para: planejar e simular cirurgias, melhorar a qualidade do diagnóstico, orientar a confecção de implantes, esclarecer o paciente sobre a cirurgia e servir de orientação durante o procedimento cirúrgico (Stocker, 1992).

Os biomodelos tem sido utilizados em diversas aplicações da área médica como: cirurgia bucomaxilofacial (Villela, 2007), (Singare, 2006), craniofacial (Silva, 2004), (Silva, 2006), implantodontia (Freitas, 2005), (Di Giacomo, 2007), neurocirurgia (D'Urso, 1998), (D'Urso, 1999), (D'Urso, 2000), (Hieu, 2003), (Gopakumar, 2004), (Gouveia, 2006) e ortopedia (Gibson, 2006).

A obtenção dos biomodelos para o planejamento cirúrgico, foi possível graças à integração de várias tecnologias e áreas do conhecimento (Figura 2.1). Inicialmente imagens das estruturas internas dos pacientes são adquiridas através de exames de tomografia computadorizada ou ressonância magnética. Estas imagens no formato DICOM são processadas em aplicativos específicos para o tratamento de imagens médicas, (InVesalius, por exemplo) gerando os modelos virtuais tridimensionais da anatomia considerada. Os arquivos dos modelos no formato STL são exportados para um equipamento de prototipagem rápida, que produz os biomodelos físicos por processo aditivo.

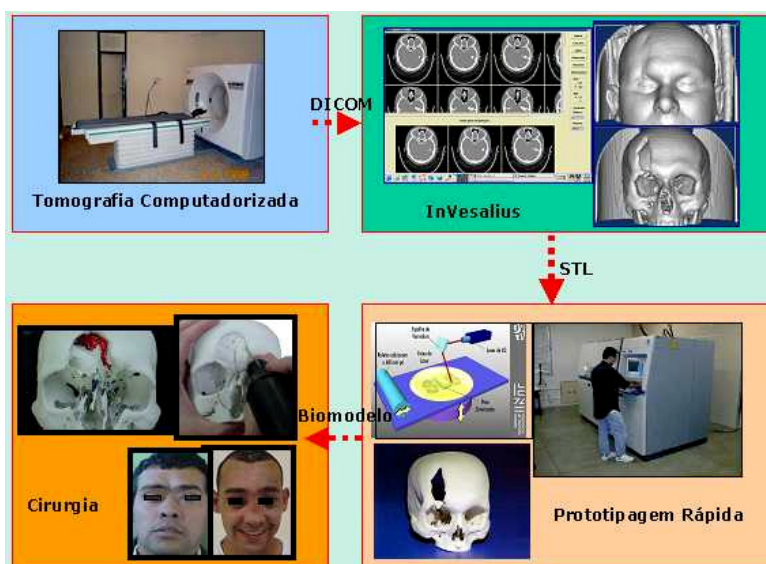


Figura 2.1 – Esquema ilustrativo da obtenção de biomodelos por prototipagem rápida (Silva, 2007).

Os biomodelos são encaminhados aos cirurgiões para planejamento e simulação cirúrgica. Este planejamento adicional possibilitado pela tecnologia de PR traz vários benefícios, principalmente a redução de tempo do procedimento cirúrgico e um resultado mais previsível. Os biomodelos possibilitam a mensuração de estruturas, a simulação de osteotomias e de técnicas de ressecção, além de um planejamento completo de diversos tipos de cirurgia da região bucomaxilofacial (Cavalcanti, 2008).

A utilização de biomodelos para o planejamento cirúrgico ganhou destaque na mídia internacional em 2002, com a cirurgia de separação das gêmeas conjugadas da Guatemala. Conhecidas como “Pequenas Marias”, as gêmeas eram conjugadas do tipo craniópagos, ou seja

unidas pelo crânio. A cirurgia de separação foi realizada no hospital *Mattel Childrens* da Universidade da Califórnia (*UCLA*), após dois meses de preparação (Foggiatto, 2006).

Apesar das pacientes possuírem os cérebros e as artérias independentes, as veias estavam interligadas. A partir de imagens de TC e IRM, foram confeccionados biomodelos da parte óssea e da parte vascular, para permitir um estudo detalhado da anatomia das pacientes antes da cirurgia. De acordo com a equipe, muitos detalhes que não estavam aparentes nos exames radiográficos, tomográficos ou de ressonância, só puderam ser percebidos no estudo dos biomodelos, o que representou um aspecto determinante para o sucesso da cirurgia. Os biomodelos foram obtidos por processo de Impressão por Jato de Tinta, da empresa Objet (Figura 2.2).



Figura 2.2 – Biomodelos dos crânios e da parte vascular, utilizados para separação de gêmeas conjugadas e Dr. Henry Kawamoto (<http://www.biomodel.com/twins.html>).

A equipe cirúrgica de mais de cinquenta profissionais foi liderada por Dr. Henry Kawamoto e Dr. Jorge Lazareff, num procedimento bem sucedido e que durou cerca de 23 horas. Uma etapa de preparação considerada muito importante foi a de promover o alongamento da pele através do uso de balões, para permitir a cobertura da lesão na etapa final da cirurgia. E ainda, de acordo com o Dr. Kawamoto, “não importa o quão bons sejam os modelos 3D virtuais, não há nada como poder manusear o modelo”.

Os biomodelos podem ser utilizados com finalidades didáticas. Exemplos de anomalias raras podem ser reproduzidos e utilizados posteriormente como uma biblioteca de casos. A empresa *Medical Modelling* lançou a primeira coleção disponível de dezesseis modelos infantis anômalos (Figura 2.3), que inclui um espectro de anomalias como lábio leporino, palato aberto e síndrome de Carpenter.



Figura 2.3 - Coleção de biomodelos infantis para estudo de síndromes e anomalias.

<http://www.medicalmodeling.com/craniofacialmodels/library.html>

O processo de estereolitografia é considerado o melhor padrão na área de modelagem médica (Wohlers, 2007). Este foi o primeiro processo de PR para a produção de modelos anatômicos precisos. Além disso, alguns cirurgiões preferem modelos translúcidos ao invés dos opacos. Uma vantagem da estereolitografia, além da transparência, é que ela permite produzir uma coloração seletiva no modelo, com a finalidade de evidenciar uma anomalia ou uma região específica (Figura 2.4).



Figura 2.4 – Biomodelos de mandíbula com neoplasia e coluna vertebral com escoliose severa (Wohlers, 2007).

Atualmente por razões de custo e simplicidade do processo, biomodelos obtidos por processo 3DP – impressão tridimensional têm sido bastante utilizados. Apesar de produzir objetos opacos, uma diferenciação de estruturas pode ser realizada, através do recurso de pigmentação do material utilizado, durante o processo de confecção do modelo (Figura 2.4).

2.1 A evolução das cirurgias

A cirurgia desenvolveu-se através dos tempos com o aperfeiçoamento sempre crescente dos métodos e instrumentais cirúrgicos (Graziani, 1995). Mas foi o advento da tríade clássica: anestesia, anti-sepsia e radiologia que marcou uma nova era, possibilitando o grau de desenvolvimento em que a cirurgia se encontra atualmente.

A evolução da cirurgia após essas aquisições, ou a própria história da cirurgia moderna pode ser dividida em três épocas que vão de 1844 a 1900, de 1900 a 1920 e de 1920 até os dias de hoje. O primeiro período foi o mais importante. Em dezembro de 1844, o dentista Horácio Wells empregou a anestesia numa cirurgia pela primeira vez, utilizando o protóxido de azoto. Nesse período, Pasteur e Lister tornaram possível a prática de operações mais seguras, empregando a anti-sepsia, que consiste na utilização de produtos biocidas para reduzir a presença de microorganismos. Em dezembro de 1895 o físico Roentgen descobriu os raios X.

No segundo período, o aperfeiçoamento da técnica cirúrgica foi o aspecto mais importante. Os métodos se modificaram, a radiologia começou a ser empregada. A assepsia, que consiste num conjunto de medidas para impedir a introdução de agentes patogênicos no organismo, substituiu a anti-sepsia. No final deste período, iniciou-se a Primeira Guerra Mundial, que teve grande influência no desenvolvimento dos métodos cirúrgicos, mas ainda sem muita definição das especialidades.

No terceiro período, os progressos dos métodos continuaram. Na Segunda Guerra e no período pós-guerra os conceitos dos diferentes ramos da cirurgia especializada foram consolidados. Entre estes, o da cirurgia bucomaxilofacial firmou-se como uma importante especialidade. Além disso, verificou-se cada vez mais a importância das ciências auxiliares como anatomia, patologia e fisiologia. A cirurgia beneficiou-se com os progressos dos modernos métodos de diagnóstico. Os métodos cirúrgicos tornaram-se mais seguros e confiáveis à medida que os avanços da radiologia, como a tomografia computadorizada e dos métodos de análises clínicas foram introduzidos na prática.

2.2 A Importância da Reconstrução Craniomaxilofacial

A reconstrução de defeitos ósseos da região craniomaxilofacial constitui ainda hoje um desafio para os cirurgiões (Freitas, 2006). Em geral estes defeitos trazem prejuízos importantes aos pacientes pois proporcionam sequelas estéticas que dificultam sua integração social, comprometem sua qualidade de vida e interferem na sua auto-estima. Além disso, envolve graves sequelas funcionais, como alterações no campo visual, fonação, respiração, comprometimento mastigatório e demais funções mandibulares.

Estes defeitos podem ser adquiridos como os originários de traumatismos, infecções, perda precoce de elementos dentais e ressecções de neoplasias da face. Ou ainda, podem ser defeitos congênitos como as hipoplasias ósseas da região zigomática orbital, maxila e mandíbula. Nestas intervenções, destaca-se a importância da reconstrução do defeito, o restabelecimento da função e da harmonia facial. O objetivo é que no final da intervenção, os traços faciais sejam devolvidos, tanto quanto possível.

Para otimizar os resultados das reconstruções craniomaxilofaciais faz-se necessário um planejamento criterioso com excelente anamnese, preparo pré-operatório, exames de imagens, confecção de biomodelos, seleção do biomaterial indicado para reconstrução e principalmente escolha da técnica cirúrgica adequada.

Dependendo da complexidade da reconstrução, o cirurgião deverá utilizar mais ou menos recursos para o planejamento cirúrgico. Além das radiografias convencionais, a tomografia computadorizada e a biomodelagem virtual e física podem ser realizadas, pois apresentam mais detalhes da anatomia, permitem determinar dimensões precisas do defeito e avaliar o envolvimento dos tecidos moles e demais estruturas adjacentes.

Os biomodelos obtidos por PR, são réplicas das estruturas anatômicas e permitem a visualização tridimensional das estruturas mandibulares e suas alterações. Apresentam a vantagem de permitir avaliar a extensão exata da ressecção, tamanho e forma do enxerto a ser utilizado, além de permitir a modelagem pré-operatória da placa, o que diminui consideravelmente o tempo cirúrgico.

2.3 Reconstruções Craniomaxilofaciais mais Comuns

As reconstruções orbitárias e zigomáticas são geralmente, decorrentes de deformidades residuais ou sequelas de lesões traumáticas dos ossos da órbita e do osso zigomático, que não foram diagnosticadas após o traumatismo ou que apresentam falhas após a correção da fratura e/ou no reposicionamento dos tecidos circunjacentes (Freitas, 2006).

A finalidade da reconstrução óssea orbitária é o restabelecimento da anatomia anterior ao traumatismo, com base na restauração do formato e volume orbitários. Além disso, visa harmonizar a aparência facial e restabelecer, tanto quanto possível, as funções atingidas.

Reconstruções de maxila podem ser bastante complexas, por causa de suas características de anatomia e padrão ósseo, principalmente em casos de reabsorção óssea acentuada nos sentidos vertical e horizontal (Figura 2.5). Em geral esta reabsorção ocorre por: perdas dentárias múltiplas, doenças metabólicas ou nutricionais e doença periodontal (Freitas, 2006). A tomografia computadorizada fornece imagens da maxila em todas as direções. É o exame recomendado para detalhar todas as estruturas ósseas e tecidos moles, principalmente em casos onde a história clínica e os achados radiográficos não tenham fornecido dados suficientes.

O advento dos implantes osseointegrados nos anos 80 permitiu a ampliação das opções de reabilitação maxilofaciais. As técnicas de reconstrução envolvem enxertos ósseos, uma vez que a quantidade e a qualidade do osso, muitas vezes, são insuficientes para suportar implantes e próteses.

A reabilitação da maxila atrófica pode ser realizada por duas vias de tratamento cirúrgico: reabilitação com implantes osseointegrados ou realização de procedimento reconstrutivo do rebordo alveolar. No primeiro caso, a compensação da perda óssea será dada pela prótese, com prejuízos estéticos. Os procedimentos reconstrutivos mais complexos e demorados, apresentam melhores resultados estéticos, melhoram a relação maxilomandibular e diminuem a extensão protética.

Os defeitos mandibulares são causados principalmente por traumatismo, reabsorção óssea (Figura 2.5), infecção e neoplasia benigna ou maligna. A mandíbula é um osso único, robusto,

móvel e com cortical densa. Possui o formato de ferradura e exerce um papel fundamental no contorno e harmonia faciais. Tem a função de promover a mastigação, manter o suporte dos tecidos da cavidade oral e vias aéreas, promover a inserção da musculatura lingual, formar o assoalho bucal, além de permitir a deglutição e a articulação da fala (Freitas, 2006).

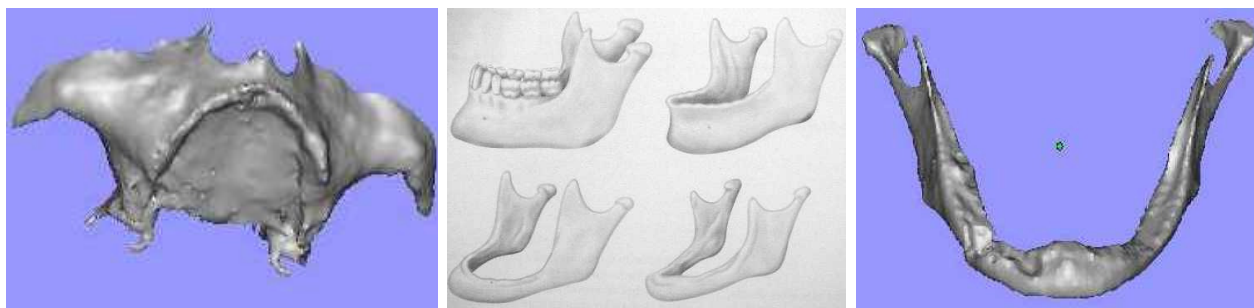


Figura 2.5 – Maxila atrófica, reabsorção óssea mandibular (Freitas, 2006) e mandíbula atrófica.

Antes do advento das técnicas de reconstrução utilizando enxertos ósseos autógenos, no início dos anos 60, os defeitos mandibulares muitas vezes não eram reparados. Algumas reconstruções, que utilizavam materiais aloplásticos, não foram muito bem sucedidas do ponto de vista biológico, funcional e estético. Existem vários tipos de enxertos para as reconstruções mandibulares, como o particulado, em bloco e microvascularizado. Suas indicações variam de acordo com o tamanho e o tipo do defeito a ser reconstruído.

2.4 Os Biomateriais Utilizados na Reconstrução Craniomaxilofacial

Os biomateriais tradicionais utilizados nas reconstruções craniofaciais podem ser divididos basicamente em materiais biológicos e materiais sintéticos. Entre os biológicos, destaca-se o uso dos enxertos ósseos.

2.4.1 Enxertos Ósseos

O enxerto ósseo ideal para reconstruções faciais deve possuir as seguintes características: biocompatibilidade, ou seja, não promover reações de corpo estranho e/ou transmitir doenças infeto-contagiosas, possuir potencial osteogênico, ser de fácil obtenção, resistir às forças mastigatórias e fraturas, ser funcional e estético (Freitas, 2006).

Os enxertos podem ser classificados em autógenos (do próprio paciente), homogêneos (da mesma espécie) e heterogêneos (de espécie diferente). Quanto à forma de utilização podem ser aposicionais ou justapostos e interposicionais ou de preenchimento. Com relação à composição podem ser corticais, que apresentam boa resistência mecânica; medulares, que apresentam bom potencial osteogênico e cortico-medulares, com ambas as características.

Os enxertos autógenos são os mais indicados em reconstruções faciais por sua maior compatibilidade. A área doadora deve ser escolhida de acordo com: o tamanho do defeito ósseo a ser reparado, o tipo de osso desejado (cortical, medular ou cortico-medular), o formato do enxerto e facilidade de obtenção do enxerto. As principais áreas doadoras da região maxilofacial situam-se na mandíbula e na maxila. Regiões doadoras de outras partes do corpo são: crista ilíaca, calota craniana, costela, tíbia e fíbula.

Em grandes reconstruções craniomaxilofaciais (dimensões maiores que 7 cm), recomenda-se o uso de retalhos microvascularizados. Este tipo de reconstrução abrange os grandes defeitos mandibulares de origem traumática ou infecciosa e os resultantes da ressecção de neoplasias benignas. A fíbula é a principal área doadora de retalho microvascularizado, podendo oferecer comprimentos de até 25 cm, com maior volume ósseo e abundante suprimento de osso bicortical.

2.4.2 Biomateriais Sintéticos

Entre os biomateriais sintéticos destacam-se alguns mais utilizados nas reconstruções craniomaxilofaciais. A hidroxiapatita é um material aloplástico, sintético, e biocompatível. Ela é utilizada como um substituto ósseo osteocondutor, que pode ser apresentado na forma densa ou porosa, reabsorvível ou não. Para reconstruções de defeitos ósseos médios e grandes, a hidroxiapatita sintética não reabsorvível é a mais indicada, por apresentar bons resultados de neoformação óssea na sua superfície e promover uma forte união entre o material e o osso (Freitas, 2006).

Outro biomaterial de implante é o polietileno poroso. Este material possui um baixo índice de rejeição e uma excelente integração com tecidos fibrovasculares. Em reconstruções maxilofaciais, possui a vantagem de estar disponível numa larga variedade de formas e tamanhos,

o que facilita o procedimento de restauração anatômica. Pode ser manipulado com a ajuda de bisturis ou tesouras, podendo ser estabilizado por meio de parafusos, placas ou suturas. É empregado como implante de contorno na região do mento, corpo e ângulo de mandíbula, corpo zigomático e região paranasal.

Para reconstruções orbitárias, são utilizadas malhas ou telas de titânio. Estas possuem grande maleabilidade, o que facilita sua adaptação em todas as paredes orbitárias. Apresentam uma baixa taxa de rejeição e infecções e podem ser utilizadas também em pequenos e médios defeitos ósseos, associados ou não a enxertos autógenos.

O titânio também é bastante utilizado nos sistemas de fixação. Um tipo de fixação bastante utilizado principalmente para estabilizar segmentos de enxertos ósseos em reconstruções mandibulares é o sistema de fixação interna rígida (FIR). Esta imobilização rígida é utilizada para promover a união do enxerto. Outros sistemas FIR incluem placas de reconstrução mandibular, miniplacas e parafusos de titânio.

O titânio além da biocompatibilidade, apresenta um comportamento mecânico compatível com os esforços ósseos. Assim não há necessidade de remoção da placa após a fixação do enxerto ou do remodelamento ósseo. As placas de reconstrução de titânio podem ser modeladas com certa facilidade antes de uma ressecção mandibular. As miniplacas podem ser bastante úteis pela facilidade de modelagem e por permitir a fixação exata de osteotomias.

O polimetilmetacrilato (PMMA) é um polímero termoplástico, que tem sido utilizado rotineiramente como um material de implante em cranioplastias, por apresentar boa biocompatibilidade, boas propriedades químicas e mecânicas e apresentar baixo custo. Outros usos do PMMA são: próteses maxilofaciais e cimento ósseo na fixação de próteses (Park, 2003).

2.5 Imagens Médicas para Biomodelagem

As principais técnicas de aquisição de imagens médicas empregadas para a obtenção dos modelos anatômicos virtuais e físicos são: tomografia computadorizada, ressonância magnética e ultra-sonografia. A mais utilizada delas é a tomografia computadorizada (TC). O termo

tomografia serve para designar qualquer técnica que gere uma imagem em corte de um tecido (Cavalcanti, 2008).

O aparecimento desta modalidade de exame ocorreu no início da década de 70, através do trabalho do engenheiro inglês Hounsfield e do físico norte-americano Comark (Garib, 2007). Eles receberam o prêmio Nobel de medicina em 1979, em função deste desenvolvimento. O primeiro aparelho de TC utilizado acomodava somente a cabeça do paciente, gerava uma fatia em quatro minutos e meio e levava um minuto e meio para reconstruir esta imagem no computador.

Nos últimos 30 anos a tecnologia de TC evoluiu bastante, o que permitiu reduzir tempo de aquisição e dose de radiação, além de produzir imagens com maior qualidade. Os equipamentos atuais acomodam o corpo todo, sendo que a geração de cada fatia leva apenas 1 segundo ou menos.

A tomografia computadorizada é um método de diagnóstico por imagem que utiliza a radiação X e que permite a obtenção de uma secção do corpo humano nos três planos espaciais. Enquanto as radiografias tradicionais projetam num único plano todas as estruturas atravessadas pela radiação X, a TC evidencia as estruturas em profundidade. A TC permite enxergar todas as estruturas em camadas com boa definição, principalmente os tecidos mineralizados, permitindo uma visualização tridimensional (Garib, 2007).

Em virtude das limitações na obtenção de informações para diagnóstico, através do uso de radiografias tradicionais, as imagens tridimensionais começaram a ser bastante requisitadas. Além de ser um exame muito utilizado na área médica, este começa a ser requisitado também no cenário odontológico, principalmente em casos de cirurgia, implantodontia, diagnóstico bucal e ortodontia.

2.6 O Processamento de Imagens Médicas – o Software InVesalius

Para processar as imagens médicas e gerar os biomodelos virtuais, alguns programas específicos foram desenvolvidos para interpretar os diferentes formatos e possibilitar o processamento destas imagens. Como o tamanho do mercado de modelagem médica ainda é limitado, existem relativamente poucas opções para a conversão e manipulação de imagens

médicas. Alguns deles são: Mimics e 3Matic da Materialise, Analyze da Clínica Mayo, 3D Doctor da Able Software, BioBuild da Anatomics, Pty, e RapidForm da INUS Technology (Wohlers, 2007).

Programas para visualização de imagens médicas são tradicionalmente associados aos equipamentos de tomografia e ressonância utilizados na aquisição, onde apenas os radiologistas têm acesso. Os custos dos programas de biomodelagem comerciais normalmente são elevados, limitando o acesso dos cirurgiões e das instituições médicas pequenas. Atualmente, com a possibilidade de se trabalhar com os biomodelos virtuais e físicos, surgiu a necessidade de os cirurgiões conhecerem esta ferramenta, principalmente para as especialidades craniofaciais.

Uma opção de programa de biomodelagem, acessível para os cirurgiões e médicos brasileiros, surgiu com o desenvolvimento do software InVesalius. De acordo com Santa Bárbara (Santa Bárbara, 2006), o software InVesalius cria modelos virtuais tridimensionais de estruturas anatômicas, a partir de imagens médicas tomográficas. Ele permite a visualização, análise e segmentação dos modelos virtuais, além de viabilizar a confecção de modelos físicos com o auxílio da PR, por meio da exportação de dados no formato apropriado.

O InVesalius tornou-se uma ferramenta complementar aos métodos convencionais utilizados para planejamento cirúrgico. Foi o resultado de uma colaboração entre engenharia e medicina. O contato dos cirurgiões com estas novas possibilidades tecnológicas tem contribuído para o próprio avanço da prática cirúrgica. O objetivo final é que o novo processo implementado – da aquisição das imagens tomográficas até a confecção dos biomodelos virtuais e físicos- seja cada vez mais divulgado e comece a ser introduzido na rotina dos planejamentos de cirurgias mais complexas, principalmente nos serviços de saúde pública (Santa Bárbara, 2006).

O InVesalius é um software livre e público, desenvolvido no CTI, dentro do projeto Promed. Permite importar os dados de tomógrafos e de aparelhos de ressonância magnética em formato DICOM, possibilitando visualização de imagens em duas e três dimensões, segmentação de objetos de interesse, técnicas de extração de contorno e interpolação e exportação dos arquivos em formato STL. Estes recursos são de extrema utilidade no planejamento e documentação de procedimentos cirúrgicos (www.cti.gov.br/promed). O software InVesalius abriu uma nova perspectiva para o diagnóstico clínico, pela possibilidade de geração de modelos anatômicos

virtuais, o que tem permitido uma maior difusão e aplicação de técnicas de PR na área da saúde aqui no Brasil (Martins, 2008).

Desde o seu lançamento em 2003 até agora, ocorreu uma grande expansão do InVesalius. Ele está disponível atualmente também na sua segunda versão, o InVesalius 2, para plataformas Windows e Linux, com versões em inglês e espanhol. Possui mais de 2200 usuários no Brasil e no exterior. O acesso gratuito ao InVesalius é realizado através do portal de software público brasileiro (www.softwarepublico.org.br). A Figura 2.6 apresenta exemplos de telas do programas InVesalius 1 e 2.

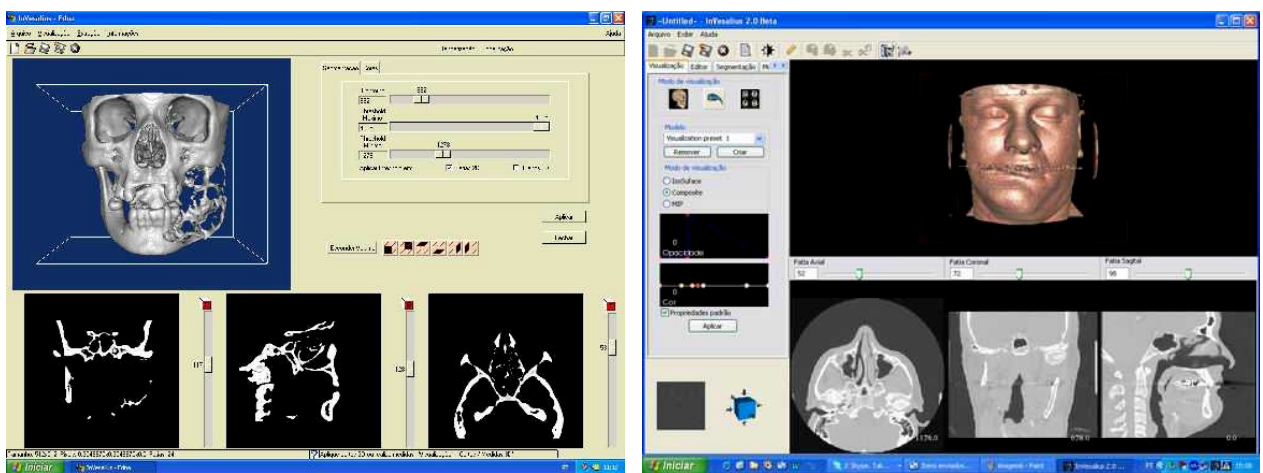


Figura 2.6 – Telas do programas InVesalius 1 e InVesalius 2, desenvolvidos no CTI para o processamento de imagens médicas.

2.7 Cirurgia Guiada por Imagem

Os desenvolvimentos na área de cirurgia assistida por computador (CAS - Computer Assisted Surgery), têm permitido a otimização de vários procedimentos de cirurgia maxilofacial (Sießegger, 2001). Para a realização da cirurgia guiada por imagem é utilizado um sistema de navegação cirúrgica ou um navegador cirúrgico. Trata-se de um equipamento para localização espacial que rastreia continuamente os instrumentos cirúrgicos e a sua relação com as estruturas anatômicas do paciente (www.artis.com.br/navegacao.php).

O navegador cirúrgico é composto por sensor de posição, fixadores de referência estática, marcadores estáticos, aplicativo de reconstrução tridimensional de imagens médicas e instrumentos cirúrgicos, que foram previamente calibrados com marcadores de referência e um computador.

O software de navegação mostra continuamente o posicionamento do instrumento cirúrgico em relação ao paciente. Uma imagem virtual mostra no software a ponta e o eixo do instrumento nos eixos axial, coronal e sagital e também na imagem tridimensional. As imagens tomográficas são utilizadas como mapas tridimensionais orientando o procedimento cirúrgico.

Esta técnica, inicialmente desenvolvida para procedimentos de neurocirurgia estereotáxico, tem sido utilizada com sucesso na implantodontia, para o planejamento virtual e cirurgia de instalação de implantes, especialmente em pacientes que apresentam condições críticas de tecido ósseo (Sießegger, 2001).

2.8 A tecnologia de Prototipagem Rápida

A Prototipagem Rápida – PR refere-se a um grupo de tecnologias utilizadas para construir modelos físicos, protótipos, componentes de ferramental e produção de pequenas séries por processos aditivos, a partir de modelos computacionais tridimensionais, obtidos de programas CAD ou de equipamentos de tomografia computadorizada, ressonância magnética e ainda de sistemas de varredura tridimensional (Wohlers, 2008).

Diferentemente dos processos de usinagem, que são processos chamados subtrativos, os processos aditivos utilizam líquidos, pós, fios sólidos ou materiais laminados para confeccionar objetos camada a camada. Peças com geometrias complexas, difíceis ou mesmo impossíveis de serem fabricadas por qualquer outro processo de fabricação, podem ser confeccionadas por PR em materiais plásticos, metálicos, cerâmicos ou compósitos.

Uma característica básica dos processos de PR é a facilidade de sua automatização, dispensando moldes e ferramentas e minimizando a intervenção do operador durante o processo. Isto é possível, porque os sistemas de PR utilizam as informações geométricas da peça que vai

ser fabricada, diretamente do sistema CAD para o planejamento do processo, o que ocorre de forma automatizada (Volpato, 2007).

Como a concepção deste processo de fabricação foi inicialmente aplicada na produção rápida de peças visando a primeira materialização do projeto, ou seja na confecção de um protótipo, sem muitas exigências de resistência e precisão, o mesmo foi denominado de Prototipagem Rápida (Volpato, 2007).

Outras denominações têm sido sugeridas como: manufatura por camada (*Layer Manufacturing*), fabricação de forma livre (*Solid Freeform Fabrication*), manufatura de bancada (*Desktop Manufacturing*) e manufatura rápida (*Rapid Manufacturing*). O termo fabricação aditiva (*AF – Additive Fabrication*) também tem sido bastante utilizado no lugar de PR e de acordo com Terry Wohlers (Wohlers, 2008), é o mais adequado por ser mais abrangente e englobar todos os processos envolvidos. Ainda assim, a classificação de Prototipagem Rápida tem prevalecido.

Atualmente existem no mercado mais de vinte sistemas de PR com diferentes tecnologias de adição de material. Os principais processos podem ser agrupados pelo estado inicial da matéria-prima utilizada para fabricação. Desta maneira, podem ser classificados em processos baseados em líquido, sólido e pó. Os processos baseados em líquido incluem os que envolvem a polimerização de resina líquida por um laser UV (como a estereolitografia - SL) ou o jateamento de resina líquida por um cabeçote e posterior cura por exposição à luz UV (como a impressão por jato de tinta - IJP).

Em alguns processos baseados em sólido, o material é fundido antes da sua deposição (modelagem por fusão e deposição – FDM). Em outros, uma lâmina de material é recortado e adicionado para construir um objeto (manufatura laminar de objetos – LOM e tecnologia com lâminas de papel - PLT).

Nos baseados em pó, utiliza-se um laser para o seu processamento (sinterização seletiva a laser – SLS, sinterização a laser – EOSINT, fabricação de forma final a laser – LENS) ou um líquido aglutinante aplicado por cabeçote (3DP), entre outros.

2.8.1 Evolução da Prototipagem Rápida

A tecnologia de PR surgiu no mercado no ano de 1988 com o lançamento de um equipamento de Estereolitografia (SL) pela empresa americana 3D Systems. Neste processo camadas finas de uma resina polimérica líquida são convertidas ao estado sólido sob a ação de um laser.

No ano de 1991, três outras tecnologias de PR entraram no mercado: FDM (*Fused Deposition Modeling* - Modelagem por Fusão e Deposição) da Stratasys, SGC (*Solid Ground Curing* – Cura Sólida na Base) da Cubital e LOM (*Laminated Object Manufacturing* – Manufatura Laminar de Objetos) da Helisys. O processo de Sinterização Seletiva a Laser (SLS – *Selective Laser Sintering*) da DTM, hoje fazendo parte da 3D Systems, foi lançado no ano de 1992. Em 1996 a empresa Z Corp lançou a sua máquina de Impressão Tridimensional 3DP.

Após vinte anos do lançamento do primeiro equipamento comercial de PR, tem ocorrido uma contínua expansão desta tecnologia, onde diversos equipamentos e materiais foram desenvolvidos e comercializados. De acordo com Neri Volpato (Volpato, 2007), existem atualmente no mercado mais de vinte sistemas de PR que utilizam processos diferentes de tecnologia de adição, ou seja, baseados no princípio de manufatura por camada.

Em virtude da enorme versatilidade dos processos de PR e de seu crescente número de aplicações, as vendas de equipamentos de PR têm aumentado a cada ano, como mostra a Figura 2.7. Observa-se entre 1988 e 1993, um período de difusão inicial desta tecnologia, com um número ainda discreto nas vendas. Já entre 1994 e 2003 ocorre um aumento significativo das vendas. Mas foi a partir de 2003-2004 que a taxa de crescimento de vendas dos equipamentos realmente se intensificou. A previsão de vendas para o ano de 2008 era de 5.920 equipamentos, representando um aumento de 20,1% nas vendas com relação ao ano anterior. Para 2009 esperava-se que 7.330 unidades sejam comercializadas significando um aumento de 23,8%.

Estima-se que 4.930 máquinas tenham sido vendidas em 2007, sendo que o maior vendedor foi a empresa Stratasys (FDM) com 2.169 unidades e, em segundo lugar, a Z Corp (3DP) com 1.022 unidades. Os equipamentos de 3DP representaram até o final de 2007 cerca de 54,3% do total de máquinas instaladas no mundo.

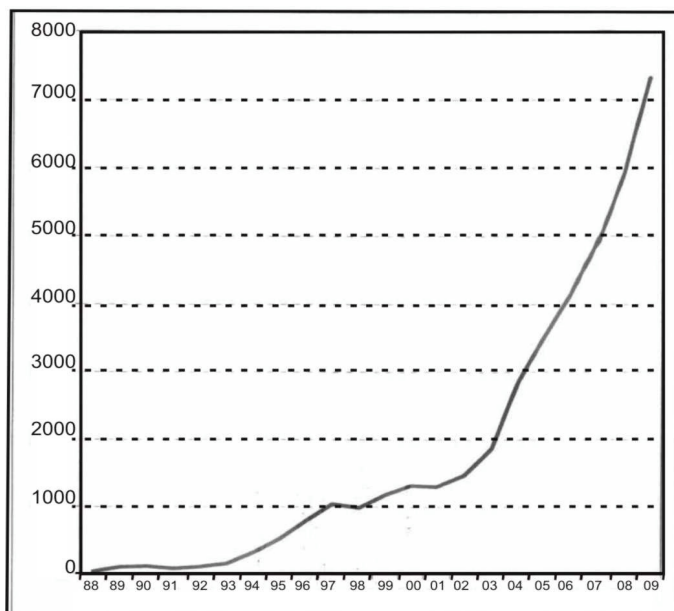


Figura 2.7 – Número de sistemas de PR vendidos no mundo a cada ano (Wohlers2008).

De acordo com o Wohlers Report 2008, um relatório anual editado desde 1993 e que descreve a cada ano a evolução da indústria de PR, o mercado mundial cresceu 16% no ano de 2007, incluindo todos os produtos e serviços, alcançando um volume estimado de 1,141 bilhões de dólares (Wohlers2008).

Calcula-se que até o final de 2007 tenham sido vendidos 26.876 sistemas de PR, sendo 41,5% na América do Norte, 28,3% na Ásia e região do Pacífico, 27% na Europa e 3,1% para outras localidades. A Tabela 2.1 apresenta os seis países com o maior número de equipamentos de PR no mundo, sendo que juntos, eles são responsáveis por cerca de 77% de todos os equipamentos vendidos.

Tabela 2.1 – Seis países com o maior número de equipamentos de PR (Wohlers, 2008).

EUA	Japão	Alemanha	China	Reino Unido	Itália
10.585	3.658	2.133	1.986	1.288	1.038

Os dados da expansão desta tecnologia no Brasil são ilustrados pela Tabela 2.2, que apresenta o número de máquinas adquiridas no país, até o final do ano de 2007.

Tabela 2.2 – Equipamentos de PR vendidos no Brasil por ano (Wohlers, 2008).

Até 1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
5	6	5	3	3	9	7	7	6	16	19	23	109

Observam-se algumas variações no número de equipamentos adquiridos nos primeiros anos e um aumento contínuo entre 2004 e 2007. Acredita-se que este aumento seja devido a uma maior difusão do uso desta tecnologia e também pela disponibilidade de equipamentos com preços mais acessíveis, o que tem impulsionado as vendas no mundo e no Brasil. O número de equipamentos no Brasil ainda é baixo se comparado aos dos países mais representativos na Tabela 2.1, o que significa que existe um grande potencial de crescimento destas vendas aqui no país.

2.8.2 Setores de Aplicação da Prototipagem Rápida

Os dados sobre as aplicações da tecnologia de PR no mundo, resultantes de um levantamento realizado entre as empresas que utilizam ou prestam serviços, estão ilustrados na Figura 2.8 (Wohlers, 2008).

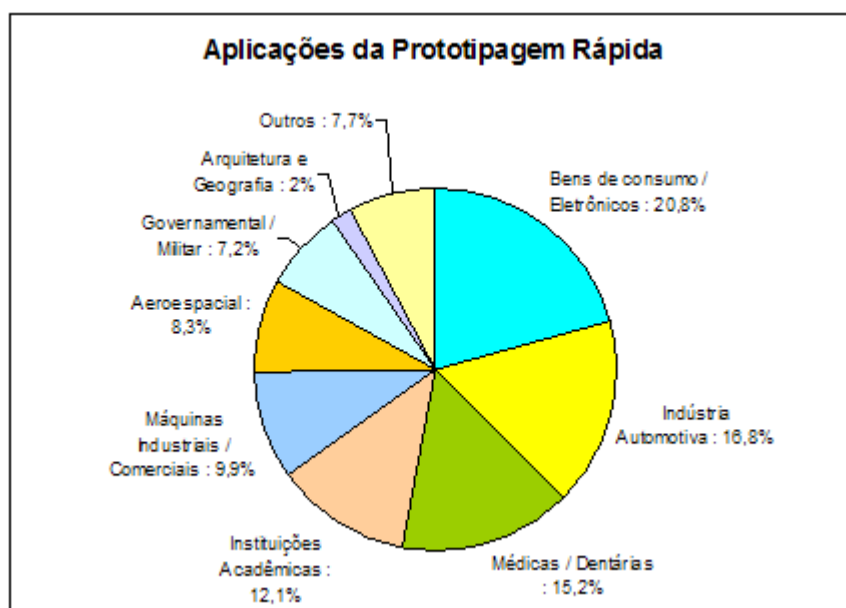


Figura 2.8 – Setores de aplicações da tecnologia de Prototipagem Rápida (Wohlers, 2008).

O grupo de bens de consumo e eletrônicos é o maior, sendo responsável por 20,8% do total, enquanto a indústria automotiva aparece em segundo lugar com 16,8%. O setor de aplicações médicas e dentárias tem sido por vários anos seguidos, o terceiro maior grupo de aplicações e tem crescido a cada ano. No presente levantamento representou 15,2 % do total contra 13,6% do ano anterior. Os outros três próximos grupos são: instituições acadêmicas, confecção de máquinas industriais e comerciais e o setor aeroespacial.

Os dados das aplicações do levantamento de 1998 mostravam uma distribuição de 27,8% para o grupo de bens de consumo, 17,6% para a indústria automotiva e 9% para a área médica (Wohlers, 1998). Observa-se que a área médica tem ampliado a sua participação no total de aplicações deste setor ao longo dos anos. Além da confecção de biomodelos para planejamento cirúrgico, os desenvolvimentos alcançados pela tecnologia de PR têm possibilitado vários avanços na área médica, como a confecção de próteses metálicas personalizadas, diretamente a partir do desenho CAD, obtenção de *scaffolds* de materiais poliméricos e cerâmicos e desenvolvimentos na área de biofabricação.

Capítulo 3

Técnicas Utilizadas na Confecção de Biomodelos

A confecção de biomodelos tornou-se possível graças a uma forte integração das ciências biomédicas, informática e engenharia, agregando recentes desenvolvimentos na área de diagnóstico por imagens e da tecnologia de PR (Volpato, 2007). O procedimento necessário para a obtenção dos biomodelos envolve três etapas básicas, que são apresentadas neste capítulo:

- Aquisição e armazenamento das imagens de tomografia computadorizada (ressonância magnética ou ultra-sonografia) nos parâmetros adequados e no formato DICOM;
- Processamento das imagens através de programas específicos de biomodelagem para obtenção dos biomodelos virtuais e
- Confecção dos biomodelos físicos por processos de PR.

2.9 Aquisição de Imagens Médicas

Conforme citado no item 2.5, a técnica de aquisição de imagens médicas mais utilizada para a obtenção dos biomodelos virtuais e físicos é a tomografia computadorizada. Usualmente o resultado de uma tomografia é apresentado como na Figura 0.1, através de um filme radiográfico, que apresenta os cortes da região anatômica de interesse. Para efeitos da biomodelagem, estes mesmos dados radiográficos digitalizados devem ser gravados num CD, no formato DICOM, para que possam ser processados pelos programas de modelagem médica.

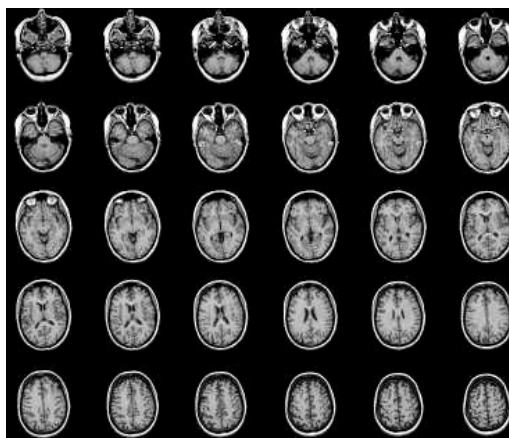


Figura 3.1 – Exemplo de tomografia em filme radiográfico (Santa Bárbara, 2006)

São apresentadas a seguir algumas características da TC tradicional e da TC de feixe cônico, que foi lançada recentemente para aplicações odontológicas.

3.1.1 Tomografia Computadorizada Tradicional

Um equipamento de TC tradicional apresenta três componentes principais: o *gantry*, onde se encontram o tubo de raio X e o anel de detectores de radiação; a mesa que acomoda o paciente deitado e que se movimenta durante o exame para o interior do *gantry* e o computador, que realiza a reconstrução das informações adquiridas (Figura 3.2).

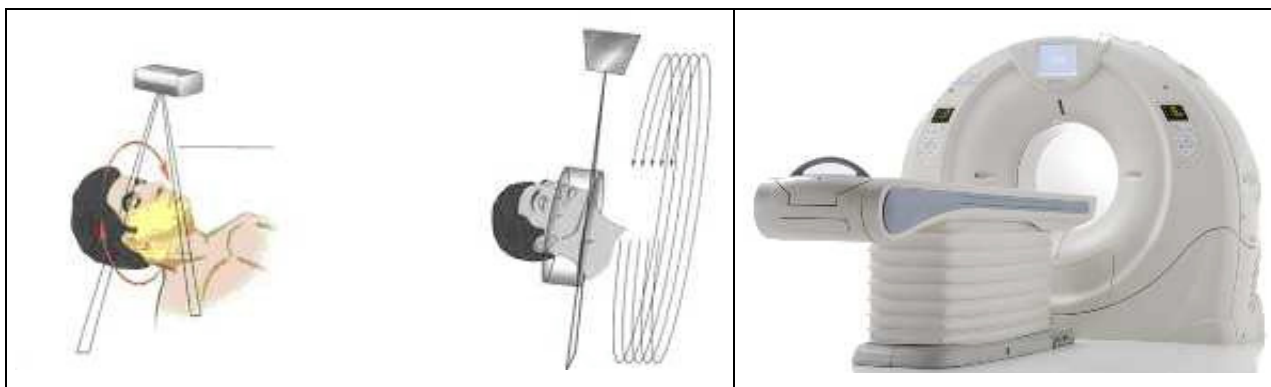


Figura 3.2- Modo de varredura e equipamento de TC Helicoidal (Cavalcanti, 2008).

Durante a realização do exame, a fonte de raios X emite um feixe estreito em forma de leque, direcionado a um anel com diversos detectores (Cavalcanti, 2008). O tubo de raios X gira dentro do anel estacionário de receptores. Os sinais recebidos nos detectores são registrados e

processados. A intensidade dos sinais depende da absorção dos tecidos atravessados pelo feixe de radiação. Através de múltiplas projeções no curso de 360° ao redor do paciente, os diversos valores de atenuação dos raios X são registrados. Estes múltiplos coeficientes de atenuação são processados matematicamente, permitindo a reconstrução da imagem de uma secção do corpo humano (Garib, 2007).

Nos tomógrafos de última geração, ocorre um movimento contínuo e sincronizado da mesa e do tubo de raios X, determinando uma trajetória helicoidal da fonte em relação ao paciente. Daí surgiu a denominação TC helicoidal, também dita TC espiral usualmente. Este avanço incrementou a qualidade da imagem e reduziu o tempo de exposição do paciente à radiação.

Existem ainda os tomógrafos com a tecnologia *multislice*, que são capazes de adquirir de 4 a 16 fatias de imagem a cada giro de 360° do feixe de raios X. Estes apresentam uma maior velocidade de aquisição de imagem, bem como uma melhor resolução espacial.

3.1.2 Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

A tomografia computadorizada de feixe cônico surgiu como resultado do desenvolvimento de um tomógrafo de dimensões e custos menores, especialmente indicado para a região dentomaxilofacial. A TC de feixe cônico visa atender algumas necessidades da odontologia, principalmente na reprodução de imagens tridimensionais dos tecidos ósseos maxilofaciais, com distorção mínima e dose de radiação significativamente reduzida, quando comparada à TC tradicional (Garib, 2007).

As primeiras referências literárias sobre o uso da TC de feixe cônico na odontologia surgiram no final da década de 90. O desenvolvimento realizado na Universidade de Verona foi apresentado pelo italiano Mozzo, que em 1998, relatou os resultados preliminares de um novo aparelho de TC volumétrico para imagens odontológicas, baseado na técnica de um feixe em forma de cone (*cone beam*), chamado NewTom-9000. Atualmente versões otimizadas destes equipamentos têm sido produzidas na Itália, Japão e Estados Unidos.

Além de apresentar uma alta precisão das imagens, a dose de radiação da TC de feixe cônico era cerca de 1/6 da necessária numa TC tradicional. Esta técnica era utilizada

anteriormente em radioterapia, imagiologia vascular e microtomografia biomédica ou industrial. Com o surgimento da TC de feixe cônico, vislumbra-se que a imagem radiológica tridimensional será mais rotineiramente utilizada na odontologia, em função da simplicidade, dimensão do equipamento, menores doses de radiação e menores custos envolvidos (Saddy, 2005), (Saddy, 2006).

O equipamento de TC de feixe cônico é bastante compacto, semelhante a um aparelho de tomografia panorâmica, podendo inclusive ser instalado numa clínica odontológica. Em geral, o paciente é posicionado sentado para a realização do exame. O tomógrafo apresenta dois componentes posicionados em extremos opostos da cabeça do paciente: a fonte ou tubo de raios X, que emite um feixe em forma de cone, com um ângulo constante de 14° e um detector de raios X (Figura 3.3).

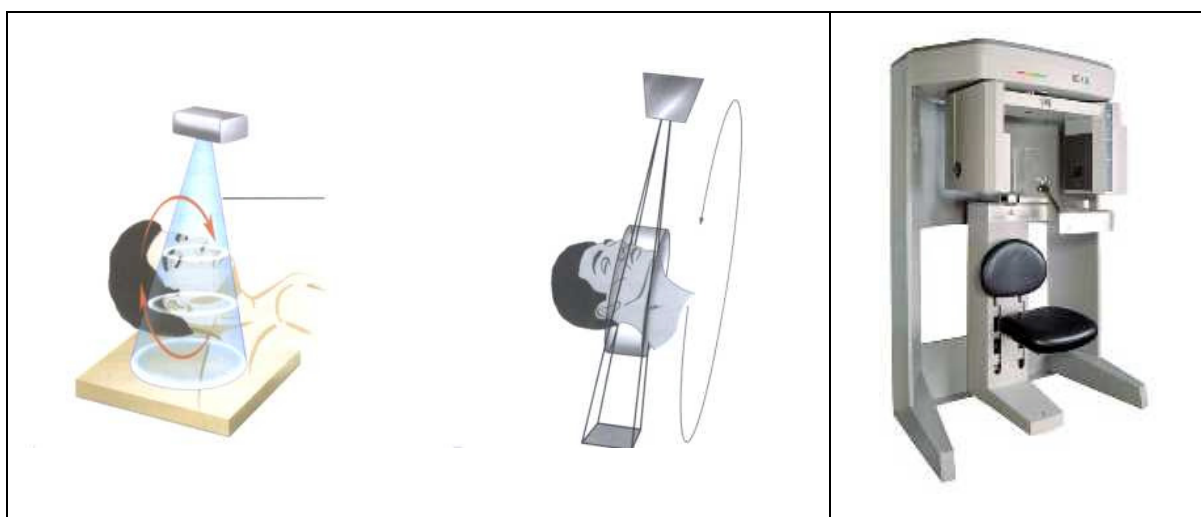


Figura 3.3 - Modo de varredura e equipamento de TC de Feixe Cônico (Cavalcanti, 2008).

O sistema tubo-detector executa apenas um giro de 360° em torno da cabeça do paciente. A cada determinado grau de giro (normalmente 1°), o sistema adquire uma imagem base da cabeça do paciente, semelhante a uma telerradiografia, sob diferentes ângulos ou perspectivas.

No final do exame, esta seqüência de imagens base (*raw data*) é reconstruída para gerar uma imagem volumétrica, através de um software específico que utiliza um programa de algoritmos. O tempo total do exame pode variar entre 10 e 70 segundos, mas com um tempo

efetivo de 3 a 6 segundos de exposição aos raios X (Garib, 2007). Imagens obtidas por TC de feixe cônico são apresentadas na Figura 3.4.

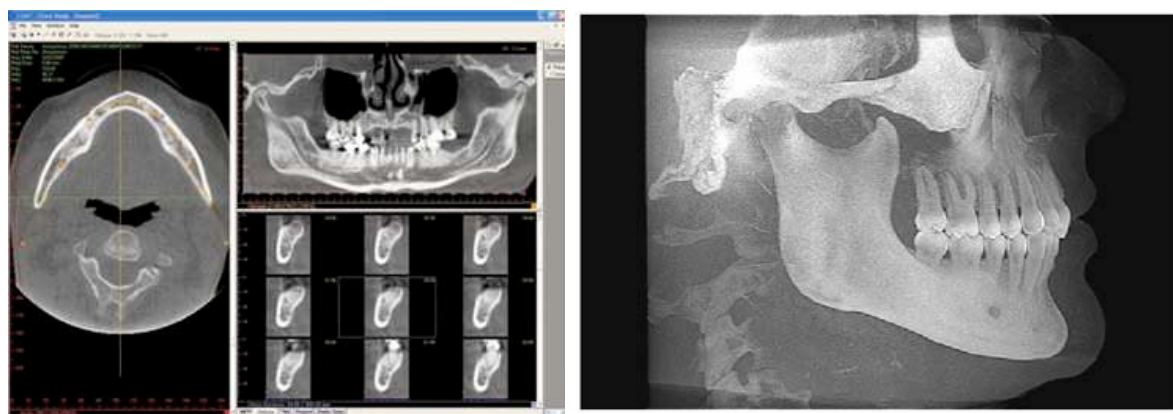


Figura 3.4 - Exemplos de imagens de TC de feixe cônico (<http://www.imagingsciences.com>).

Os programas associados à TC de feixe cônico, permitem (como na TC tradicional) a reconstrução multiplanar do volume analisado, ou seja, a visualização das imagens nos planos axiais, coronais, sagitais e oblíquas, bem como a reconstrução tridimensional. Além disso, podem ser geradas: imagens bidimensionais, réplicas das radiografias convencionais utilizadas na odontologia, como a panorâmica e telerradiografias (Garib, 2007).

Com o crescente aumento da utilização de implantes endoósseos na reabilitação oral, surgiu a necessidade de exames imagiológicos, para auxiliar no planejamento cirúrgico da instalação destes implantes. Neste cenário, a utilização da TC de feixe cônico representa um papel fundamental, por fornecer vistas tridimensionais e de secção transversal dos maxilares e também por suas características de custo, dimensão, peso, complexidade e dose de radiação. O exame de TC de feixe cônico é considerado o mais adequado para as aplicações de implantodontia, quando se avalia a relação de custo e benefício (Guerrero, 2006).

As desvantagens da TC de feixe cônico em relação à TC tradicional são: a área de alcance dos raios X, limitada em alguns aparelhos e perda da qualidade de reconstrução da imagem tridimensional. Apresenta menor resolução de imagens, sendo que, em baixas doses de radiação não permite a visualização de tecidos moles. Por causa dos baixos valores de potencial e miliamperagem utilizados, não é possível realizar a diferenciação dos tecidos. Apenas o tecido ósseo pode ser melhor visualizado, por possuir alto coeficiente de atenuação radiográfico. Além

disso, requer maior tempo para reformatação que o TC helicoidal. As principais diferenças entre os dois tipos de técnica são apresentadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Quadro comparativo entre TC tradicional e TC de feixe cônico (Garib, 2007).

	TC Tradicional	TC de Feixe Cônico
Dimensão do aparelho	- Grande - Permite exame do corpo inteiro	- Mais compacto - Permite apenas exame da região da cabeça e pescoço
Aquisição da imagem	- Diversas voltas do feixe de raios X em torno do paciente - Cortes axiais	- Uma volta do feixe de raios X em torno do paciente - Imagens base semelhantes à telerradiografia
Tempo de varredura	- 1 segundo multiplicado pela quantidade de cortes axiais necessários - Exposição à radiação ininterrupta	- 10-70 segundos de exame - 3-6 segundos de exposição à radiação
Dose de radiação	- Alta	- Menor, aproximadamente 15 vezes reduzida em relação ao TC Helicoidal
Custo	- Alto	- Reduzido
Recursos do exame	- Reconstruções multiplanares e em 3D	- Reconstruções multiplanares e em 3D, além de reconstruções de radiografias bidimensionais convencionais
Qualidade da imagem	- Boa nitidez - Ótimo contraste - Validação das avaliações quantitativas e qualitativas	- Boa nitidez - Baixo contraste entre tecido duro e mole - Boa acurácia
Produção de artefatos	- Muito artefato na presença de metais	- Pouco artefato produzido na presença de metais

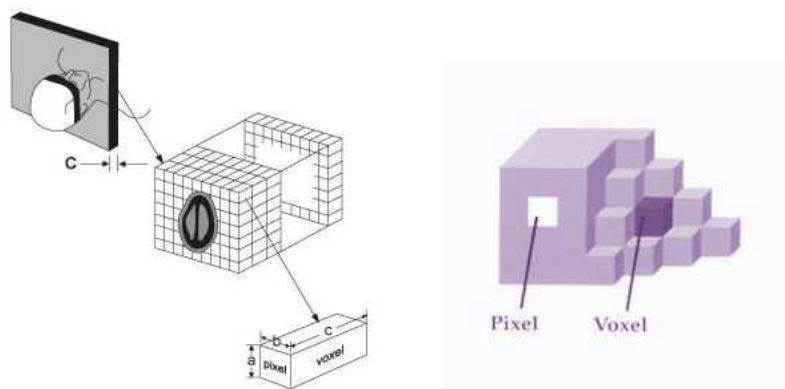
Para efeitos da biomodelagem, os dados gerados nos dois tipos de equipamentos podem ser utilizados para a confecção dos biomodelos virtuais, uma vez que os exames tenham sido realizados dentro dos parâmetros adequados. Mas de uma maneira geral, a qualidade dos dados dos tomógrafos tradicionais é bastante superior aos dados gerados pela TC de feixe cônico.

3.1.3 Composição e Parâmetros das Imagens Tomográficas

O exame tomográfico de uma determinada região anatômica é constituído de várias imagens, tomadas em sequência. Cada imagem representa um plano do corpo do paciente e é formada por uma matriz de unidades de imagem denominadas pixel (*picture element* - elemento de figura), representado por duas dimensões nos eixos X e Y (Ver **a** e **b**, na Figura 3.5).

Cada um destes pixels apresenta um valor (associado ao tom de cinza), que representa a densidade do tecido radiografado ou seu poder de atenuação dos raios X (Garib, 2007). Estes números são classificados na escala de Hounsfield, que varia de -1000 (relativo à densidade do ar) a $+1000$ (relativo à densidade do osso cortical), passando pelo zero (densidade da água).

Além da duas dimensões que constituem o pixel, a imagem tomográfica apresenta uma terceira dimensão no eixo Z, que corresponde à espessura do corte tomográfico (representado por **C** na Figura 3.5). Desta maneira, a unidade da imagem formada é na verdade representada pelo voxel (*volume element* - elemento de volume), que é a menor unidade da imagem tomográfica.



*Figura 3.5 - Composição do corte tomográfico e correspondência entre pixel e voxel
(Cavalcanti, 2008)*

As várias imagens tomográficas assim constituídas carregam as informações sobre a anatomia da região analisada e serão processadas nos softwares específicos na etapa de biomodelagem. Imagens tomográficas típicas são formadas por matrizes de 512×512 pixels (ou ainda de 256×256 , 1024×1024 pixels).

Para que os programas de biomodelagem gerem modelos anatômicos representativos e precisos, a aquisição das imagens médicas deve ser realizada dentro de determinados parâmetros. Para exames de TC tradicional, recomenda-se utilizar: orientação axial, modo helicoidal, sem inclinação do *gantry*, utilizar matriz de 512×512 pixels, não sobrepor imagens, fazer uma sequência completa para a região de interesse, utilizar espaçamento regular de fatia. Além disso, utilizar a menor espessura de fatia possível (0,5 ou 1 mm) e menor espaçamento possível entre as fatias (1mm, por exemplo), a fim de registrar com fidelidade os detalhes anatômicos. Para

exames de TC de feixe cônico, bons resultados na biomodelagem têm sido obtidos para exames onde os voxels são reconstruídos com 0,25 mm, para equipamento I-Cat da *Xoran Technologies*, operando com potencial de 120kVp e corrente na faixa de 3-8 mA.

3.2 Biomodelagem

Uma vez que as imagens tomográficas tenham sido adquiridas nos parâmetros adequados e no formato DICOM, o próximo passo é o processamento destas imagens, através de um software de modelagem específico para a obtenção dos biomodelos virtuais (como citado no item 2.6). Este tratamento das imagens médicas tem sido classificado como biomodelagem ou modelagem médica. Nesta etapa, o software InVesalius, desenvolvido no CTI, tem sido utilizado.

O Software InVesalius funciona como uma ferramenta de visualização das imagens médicas. Ele permite realizar a sobreposição das fatias do exame e construir, a partir das imagens bidimensionais, um modelo tridimensional idêntico à estrutura anatômica analisada no exame. Além disso, através da ferramenta de segmentação (pela técnica de *threshold*, por exemplo), ele permite realizar a separação dos tecidos e criar um modelo virtual só do tecido ósseo (Figura 3.6).



Figura 3.6 – Visualização de imagens tomográficas 2D e reconstruções 3D realizadas no InVesalius.

Uma vez criado o biomodelo 3D, este pode ser manipulado e observado por diversos ângulos. Pode-se calcular seu volume, área, medir distâncias entre dois pontos e uma parte específica da anatomia pode ser separada para uma análise mais minuciosa. Através da reconstrução 3D realizada no software, podem ser obtidas as imagens coronal e sagital do paciente, a partir da imagem axial original (Figura 3.7).

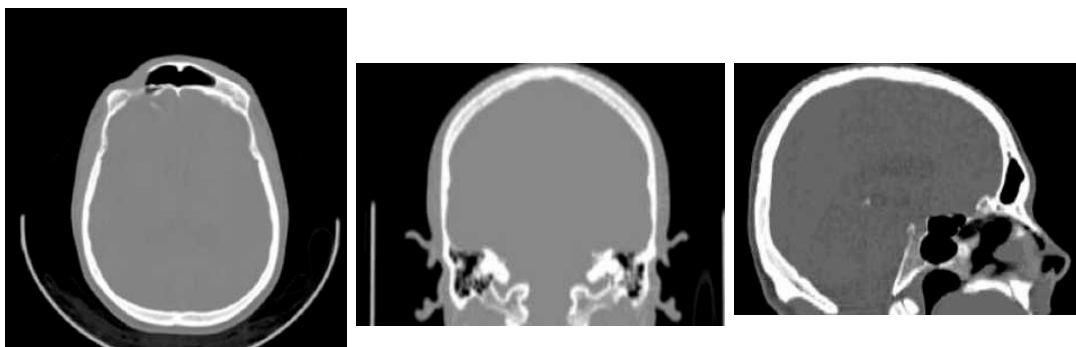


Figura 3.7 – Imagem tomográfica axial original, reconstrução coronal e sagital.

As ferramentas de espelhamento da anatomia são bastante utilizadas para orientar a confecção de próteses e moldes. A Figura 3.8 apresenta um exemplo de paciente com falha óssea frontoparietal do lado direito. Através de operação de espelhamento foi possível replicar a anatomia da contralateral sadia e projetar uma prótese para correção da falha (vermelho). A partir da prótese projetada foi desenhado um molde para auxiliar a confecção da prótese no biomaterial adequado.

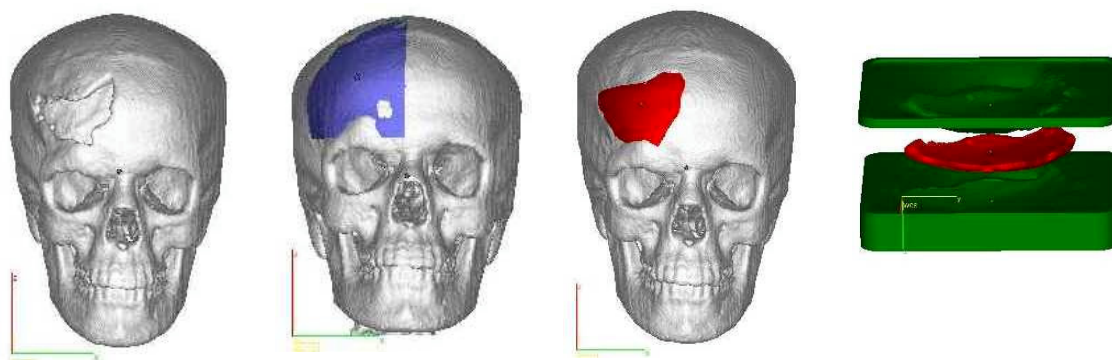


Figura 3.8 – Operação de espelhamento da anatomia e molde para confecção da prótese.

O software permite a análise de diferentes densidades dos tecidos através da ajuda de um mapa de cores. Uma descrição detalhada sobre o software InVesalius foi apresentada no trabalho de doutoramento do pesquisador responsável pelo seu desenvolvimento, Aílton Santa Bárbara (Santa Bárbara, 2006).

A obtenção dos biomodelos físicos envolve inicialmente a aquisição das imagens tomográficas. A partir daí, o software de modelagem, através das etapas de reconstrução 3D e

segmentação da imagem (Figura 3.9), gera um biomodelo virtual no formato STL, que poderá ser enviado para a máquina de PR para a confecção do biomodelo físico.

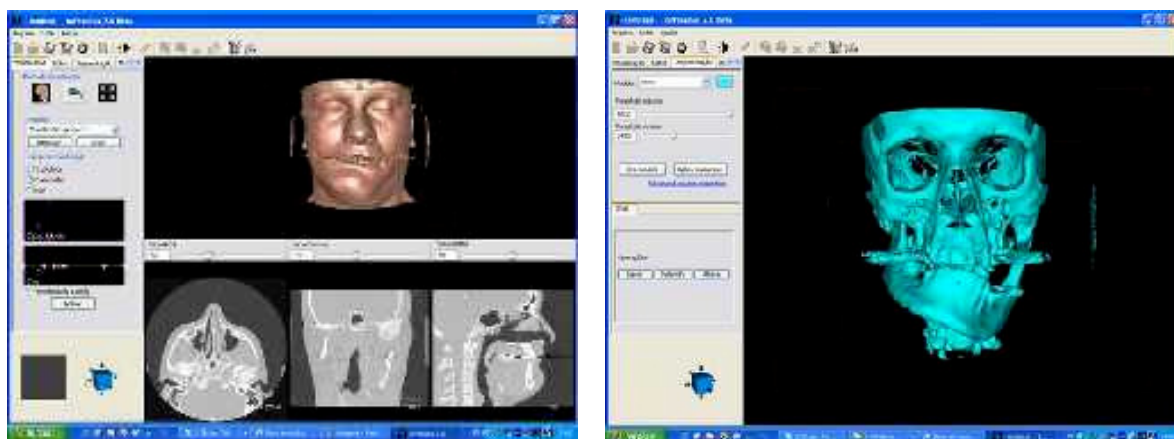


Figura 3.9 – Módulos de reconstrução 3D e de segmentação do software InVesalius 2.

Além do InVesalius, dois softwares comerciais de biomodelagem foram empregados nesse trabalho: o Analyze e o Mimics. O software Analyze, da Clínica Mayo (EUA) oferece os recursos de manipulação de uma variedade de imagens médicas, sendo dividido em três módulos principais: exibição, processamento e mensuração. O Mimics (*Materialise's Interactive Medical Image Control Systems*) da empresa belga Materialise é um software para visualização e segmentação de imagens de tomografia computadorizada e ressonância magnética. Ele é empregado na área médica para diagnóstico e planejamento cirúrgico, permitindo a segmentação e a edição das imagens médicas, que é utilizada para a remoção de artefatos gerados por restaurações metálicas ou próteses.

3.3 Processos de Prototipagem Rápida

Para a confecção de biomodelos os processos de PR mais empregados são: SL, principalmente quando se requer um material translúcido; SLS ou FDM na confecção de biomodelos para planejamento de osteotomias e 3DP, que por apresentar custo mais reduzido e atender bem aos requisitos de visualização, tem sido bastante utilizado. Estes quatro processos são apresentados a seguir.

3.3.1 Estereolitografia – SL

O processo de estereolitografia foi o primeiro a ser lançado comercialmente e ocupa um lugar de destaque nas aplicações médicas. Este processo utiliza uma resina fotocurável, onde a cura é obtida pela ação de um laser, em geral na faixa do ultravioleta. A resina é colocada numa cuba com uma plataforma móvel, que se desloca para baixo após a construção de cada camada (Figura 3.10). O feixe de laser é movimentado através de um conjunto óptico, a fim de reproduzir na superfície da resina, a geometria bidimensional da fatia em construção,

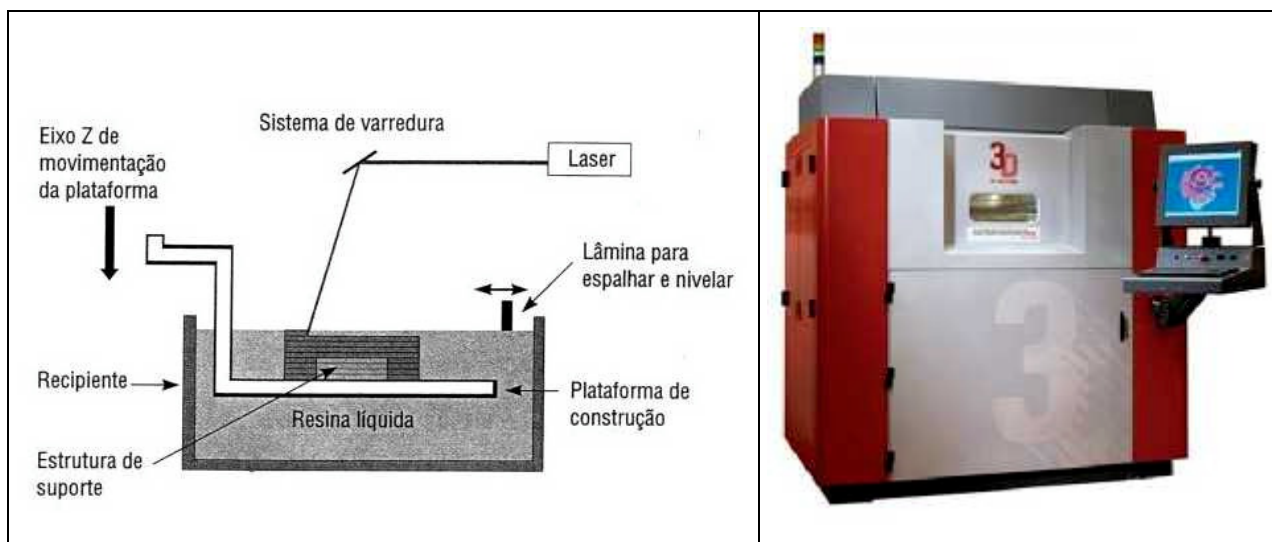


Figura 3.10 – Diagrama esquemático do processo SL e equipamento da 3D Systems (Volpato, 2007 e www.3dsystems.com).

Quando a resina líquida é exposta à ação do laser, ela se polimeriza passando para o estado sólido e gerando uma camada da peça em construção. A plataforma abaixa um pequeno passo e a partir daí o procedimento é repetido com o laser, para a próxima camada da superfície, que então adere à camada inferior. Este processo é repetido até a construção da peça inteira, quando então a plataforma é elevada e a peça é levada ao forno, para a cura total da resina. Resinas fotocuráveis à base de acrilatos e epóxi são os materiais utilizados neste processo (Volpato, 2007).

A estereolitografia é um dos processos mais difundidos, pode produzir peças translúcidas, apresenta boa precisão e excelente qualidade superficial. No entanto, as peças necessitam de suporte nas regiões não conectadas ou em balanço, etapas de pós-processamento e pós-cura. O

equipamento tem um custo elevado, as resinas disponíveis são tóxicas e não existem muitas opções de materiais disponíveis.

3.3.2 Sinterização Seletiva a Laser – SLS

A tecnologia de sinterização seletiva a laser foi desenvolvida na Universidade do Texas, sendo atualmente comercializada pela 3D Systems. Neste processo um laser de CO₂ de média potência é utilizado para sinterizar um material na forma de pó. No início do processo o pó é espalhado e nivelado por um rolo sobre uma plataforma (Figura 3.11). A câmara é aquecida numa temperatura um pouco abaixo do ponto de fusão do material e mantida numa atmosfera inerte de nitrogênio (Volpato, 2007).

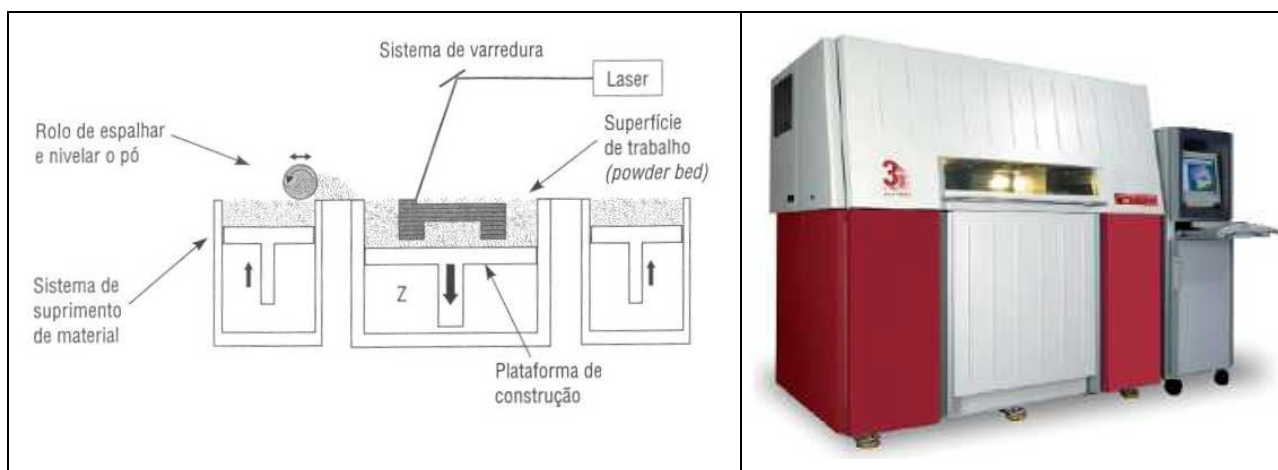


Figura 3.11 – Diagrama esquemático do processo SLS e equipamento da 3D Systems (Volpato, 2007 e www.3dsystems.com).

Um sistema de varredura movimenta o feixe de laser sobre a superfície do pó, fornecendo a energia necessária para sinterizar as partículas, de acordo com a geometria da camada em construção. Em seguida a plataforma desce um pequeno passo e uma nova quantidade de pó é espalhada para a construção da próxima camada, que deve ficar aderida na anterior. Este processo é repetido até a confecção final da peça, quando então a plataforma é elevada para a retirada das peças. Podem ser processados: poliamida, poliamida com micro-esferas de vidro, elastômero, cerâmica e metal com polímero.

Na tecnologia SLS, um único equipamento processa vários tipos de materiais e várias peças ao mesmo tempo, pode fabricar peças visuais e funcionais e exige pouco pós-processamento. Todavia as peças não apresentam um bom acabamento superficial e o custo do equipamento é elevado.

Equipamentos baseados neste mesmo processo, mas que utilizam sistemas de laser com potência mais elevada podem processar pós metálicos diretamente. O sistema EOSINT, da empresa alemã EOS, foi o primeiro a oferecer em 1994 o processo para a sinterização direta de metal.

3.3.3 Impressão Tridimensional – 3DP

O princípio da impressão tridimensional foi desenvolvido e patenteado pelo MIT, sendo posteriormente licenciado pela empresa Z Corporation, que comercializa os equipamentos atualmente. No processo 3DP, um rolo espalha e nivela um pó, sobre uma plataforma e uma cabeça de impressão deposita um aglutinante, de acordo com a geometria da camada que está sendo processada. Em seguida a plataforma de construção desce e uma nova camada de pó é depositada. Este processo é repetido até que a peça esteja pronta (Volpato, 2007).

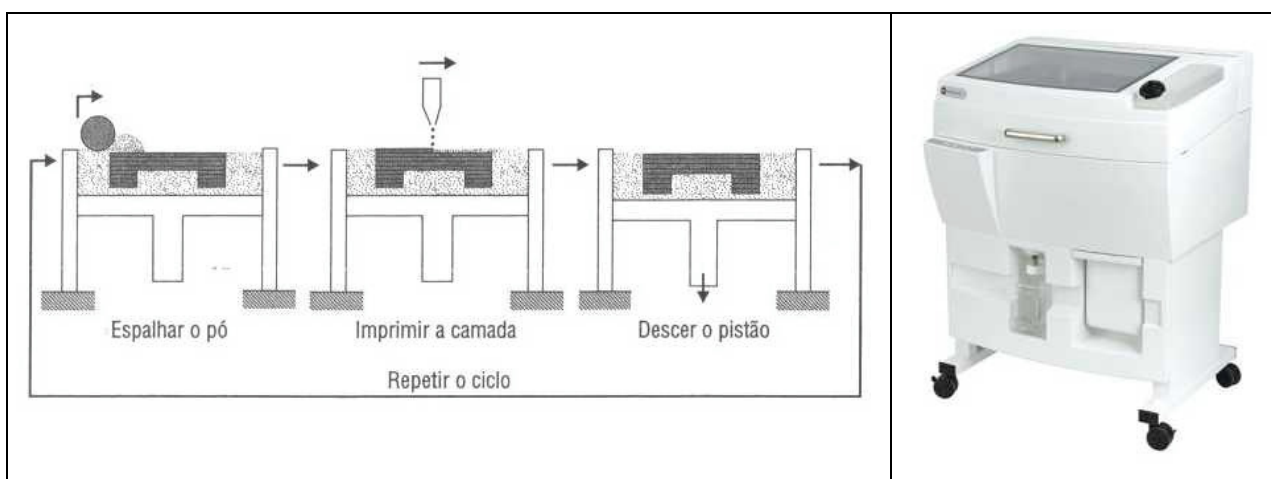


Figura 3.12 – Diagrama esquemático do processo 3DP e equipamento da Z Corp (Volpato, 2007 e www.zcorp.com).

Neste processo não há necessidade de estrutura de suporte. Várias peças podem ser fabricadas ao mesmo tempo. Alguns materiais podem ser utilizados neste processo: cerâmica,

metal, polímero, gesso e material à base de amido. Para cada material, deve ser desenvolvido um aglutinante específico. As peças obtidas por este processo requerem uma etapa de pós-processamento, para aumentar a resistência ou acabamento superficial.

O processo 3DP não utiliza laser, apresenta uma alta velocidade de produção, não necessita de suportes, pode produzir peças coloridas e apresenta custos reduzidos. Apresenta no entanto, limitações na funcionalidade e precisão das peças, pouca diversidade de materiais e requer pós-processamento.

3.3.4 Modelagem por Fusão e Deposição - FDM

No processo de modelagem por fusão e deposição, a peça é obtida pela deposição de um material extrudado. A cabeça de extrusão executa movimentos nos eixos X e Y, sobre uma plataforma que se movimenta no eixo Z. O material é aquecido até o estado pastoso, sendo extrudado na forma de um fio na plataforma de construção. Este material se solidifica quando entra em contato com o material da superfície da peça, aderindo à camada anterior. A cada passo de deposição, a plataforma move-se para baixo e uma nova camada é construída. Este processo é repetido até o final da construção da peça (Volpato, 2007).

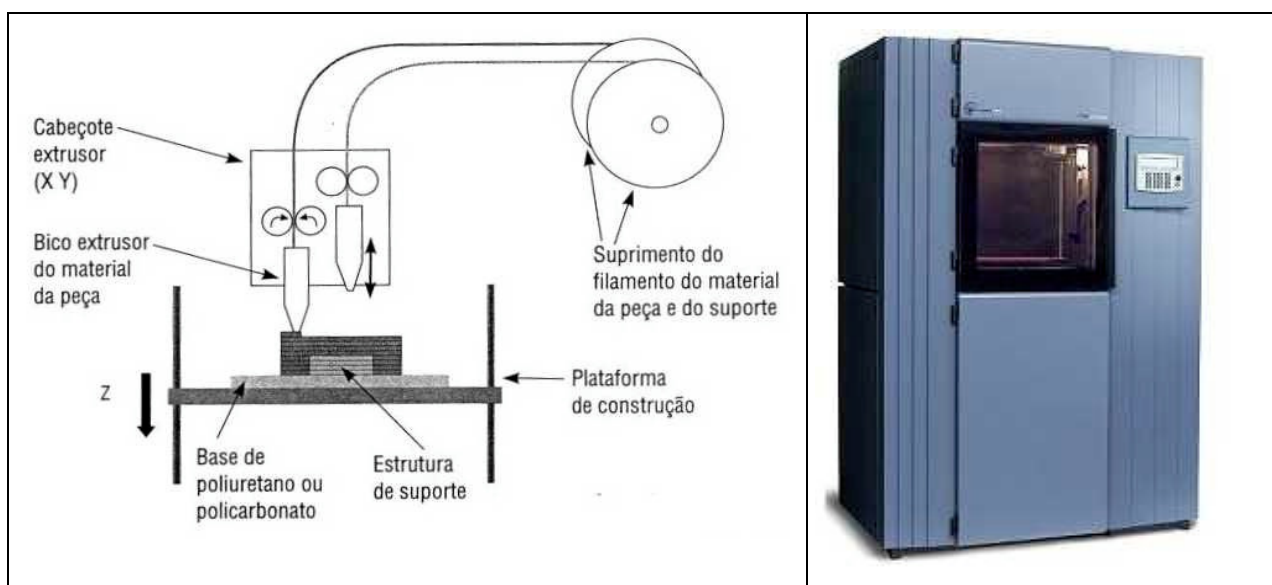


Figura 3.13 – Diagrama esquemático do processo de FDM e equipamento da Stratasys (Volpato, 2007 e www.stratasys.com).

O processo FDM requer a criação de estrutura de suporte, pois de outra maneira dependendo da geometria da peça, as partes não conectadas ou em balanço não teriam suporte para construção. Por isso o equipamento trabalha com um bico extrusor adicional, exclusivo para a construção dos suportes. Este material de suporte é removido no final da confecção. Os materiais utilizados são cera, poliéster, ABS (acrilonitrila butadieno estireno), ABSi (esterilizável), policarbonato, e polifenilsulfona.

Este processo permite a confecção de peças para testes funcionais, não utiliza laser, não requer pós-cura dos materiais e pode ser utilizado em ambiente de escritório. Apresenta as desvantagens de lentidão do processo, necessidade de criação e remoção de suportes, pouca disponibilidade de materiais e precisão não muito elevada.

3.3.5 Esterilização de Biomodelos

Existe uma grande variedade de materiais disponíveis para a confecção de biomodelos. No entanto, os requisitos para algumas aplicações têm exigido o uso de material de grau médico. Alguns processos de PR têm utilizado este material que é classificado como classe VI - USP (*United States Pharmacopeia*). Ele pode ser esterilizado e exposto ao tecido humano por períodos inferiores a 24 horas.

Tabela 3.2 - Métodos de esterilização dos biomodelos (Wohlers, 2008).

Processo de Prototipagem	Material	Método de esterilização
Estereolitografia – SL	*Resinas: YC-9300, YC9500FT, HC-9100 e SL7810 (Huntsman)	Autoclave, Radiação Gama, Óxido de etileno ou Plasma de Peróxido de Hidrogênio.
Sinterização Seletiva a Laser - SLS	Poliamida - Duraform (3D Systems)	Autoclave
Modelagem por Fusão e Deposição – FDM	ABS - Grau médico (Stratasys)	Radiação Gama
Modelagem por Fusão e Deposição – FDM	ABS - M30i (Stratasys)	Radiação Gama e Óxido de Etileno

*Resinas à base de acrilato ou epóxi.

Os materiais de grau médico têm sido utilizados na confecção de biomodelos, que serão levados aos centros cirúrgicos e para teste de instrumentais cirúrgicos numa cirurgia real. Alguns materiais para PR que foram aprovados e classificados como classe VI - USP, são apresentados na Tabela 3.2.

Capítulo 4

Prototipagem Rápida e Biomateriais

A busca por alternativas de materiais para serem utilizados em tratamentos de saúde, que envolvam substituições de tecidos ou a recuperação de alguma função do corpo humano, tem sido contínua. Diversos tipos de materiais biológicos ou sintéticos têm sido desenvolvidos e utilizados ao longo dos tempos para suprir estas necessidades, dentro de uma área do conhecimento que são os biomateriais.

Os biomateriais podem ser definidos como substâncias de origem natural ou sintética que são toleradas de forma transitória ou permanente pelos diversos tecidos que constituem os órgãos dos seres vivos. São utilizados como um todo, ou parte de um sistema que trata, restaura ou substitui algum tecido, órgão ou função do corpo. Biomateriais são utilizados principalmente na confecção de próteses, na regeneração de tecidos e dispositivos médicos. Um determinado biomaterial é escolhido em função da sua compatibilidade com o organismo e de sua integridade estrutural e funcional durante o tempo previsto para utilização (Bártolo, 2007).

O advento da Prototipagem Rápida nos anos 80 teve suas primeiras aplicações direcionadas para a indústria, promovendo uma revolução na produção de protótipos de uma forma geral. Duas características da PR podem ser destacadas: a possibilidade de produzir os objetos projetados, com grande rapidez e a capacidade de produzir peças com geometrias complexas, impossíveis de serem obtidas por outros métodos de fabricação. Não levou muito tempo para que as aplicações na área médica surgissem como um importante setor na demanda de serviços da PR.

O setor médico-odontológico já representa o terceiro maior grupo de aplicações de PR. Este fato tem exigido uma atenção especial para o setor e suas necessidades peculiares. Entre as demandas críticas, uma delas é a de produzir peças com geometrias anatômicas complexas e personalizadas em materiais biocompatíveis. Para atender estes requisitos, diversos processos convencionais são utilizados atualmente para cada tipo de material, deparando-se muitas vezes com limitações quanto à produção de formas complexas ou de itens sob medida.

A possibilidade de integrar os processos de PR com os diferentes tipos de biomateriais tem impulsionado uma série de pesquisas, tanto na adaptação dos equipamentos, quanto no processamento dos materiais. Já existem resultados importantes, principalmente relativos aos materiais metálicos. Mas ainda existe o desafio de produzir diretamente peças e estruturas por processos aditivos, utilizando a grande variedade de biomateriais disponíveis.

Na área da saúde a PR pode ser utilizada para confecção de próteses personalizadas, guias cirúrgicos, *scaffolds* de materiais cerâmicos, poliméricos e metálicos, deposição de células vivas e obtenção de *phantoms*, além da confecção de biomodelos para planejamento cirúrgico, que representa a aplicação mais utilizada e imediata desta tecnologia (Wohlers, 2008).

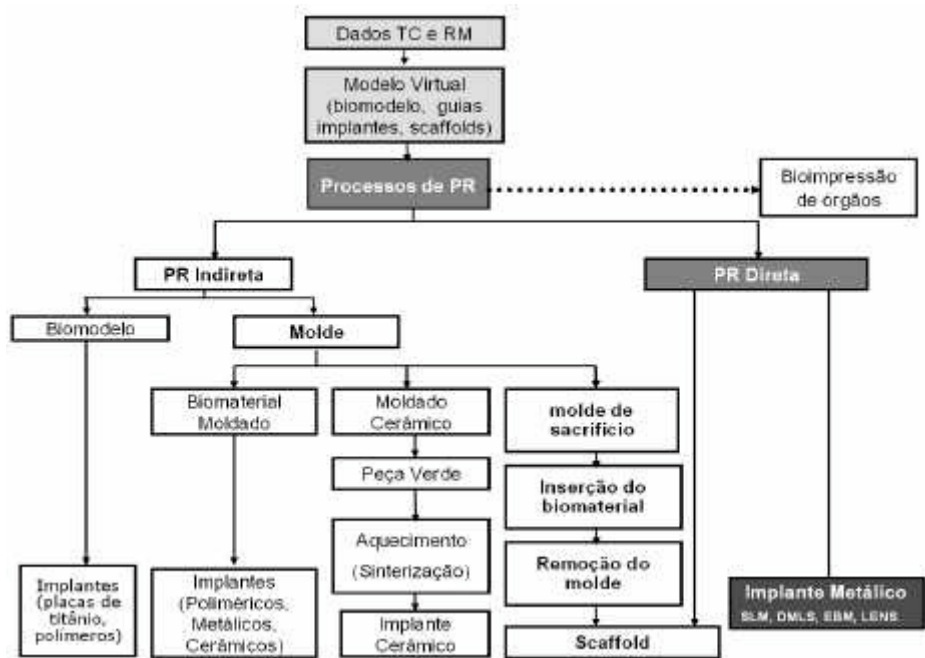


Figura 4.1 – Diagrama das aplicações da PR na área da saúde (Noritomi, 2006).

As aplicações da PR e sua integração com os biomateriais podem ser divididas em dois ramos: indiretos e diretos, conforme ilustrado na Figura 4.1. Nos processos indiretos, as próteses são moldadas manualmente sobre o biomodelo (Ver exemplo no item 7.3.2) ou são gerados moldes para a construção dos implantes em biomateriais (Ver exemplos nos itens 7.2.2, 7.2.4, 7.2.5, 7.7.1, 7.7.2, 7.7.3 e 7.7.4). Nos processos diretos, o implante é produzido por um processo aditivo de PR, com o biomaterial escolhido (Noritomi, 2006). No caso de peças metálicas, os métodos diretos já são uma realidade, por processos de sinterização ou fusão a laser de metais (SLM, DMLS, LENS) ou de fusão por feixe de elétrons (EBM).

4.1 Biofabricação e Engenharia Tecidual

Uma possibilidade interessante que tem surgido da junção da PR com os biomateriais é a de criação de objetos tridimensionais cujo material de construção são células vivas e estruturas do tipo *scaffolds* construídos a partir de biomateriais e nutrientes biológicos.

O conceito de biofabricação consiste na aplicação de técnicas de engenharia, visando viabilizar a obtenção de substitutos biológicos para tecidos vivos e órgãos humanos. O objetivo é viabilizar a mimetização de estruturas vivas, tanto em forma como em função, tornando possível substituir tecidos defeituosos ou faltantes (CYTED, 2008). Para realizar a mimetização de estruturas biológicas, as informações utilizadas são obtidas por exames médicos, como a tomografia computadorizada. Estas imagens são tratadas por programas específicos que permitem reconstruir a estrutura biológica tridimensional, a qual é utilizada como referência nas técnicas de biofabricação.

A biofabricação é uma das áreas que mais tem promovido desenvolvimentos em materiais e processos em PR (Wohlers, 2008). Um grande número de instituições está estudando o uso da sinterização seletiva, FDM e impressão 3D para a confecção de *scaffolds* para a engenharia tecidual, implantes dentários e implantes para reconstrução óssea. Os dois focos principais destas pesquisas são:

- Confecção de implantes sólidos;
- Construção de estruturas porosas, do tipo *scaffolds* para promover o crescimento de tecidos diretamente (Figura 4.2).

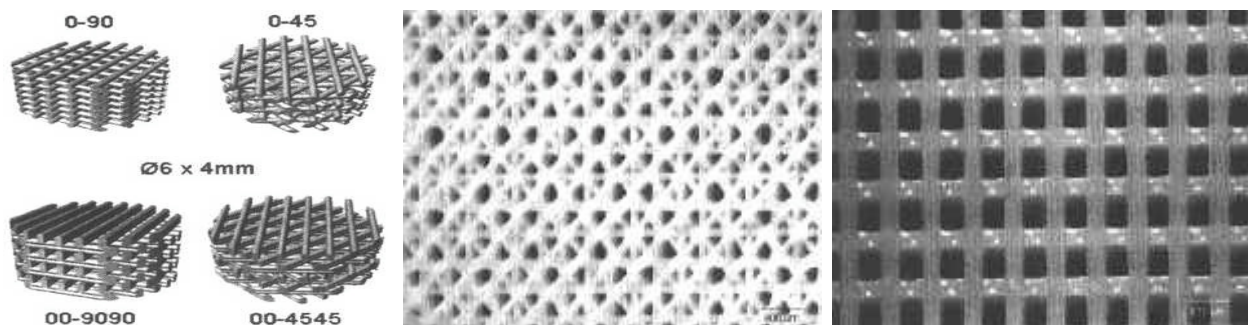


Figura 4.2 – Diferentes geometrias de scaffolds (Moroni, 2006).

A engenharia tecidual trabalha com células vivas que são multiplicadas através da cultura de células. Estas células são introduzidas numa estrutura tridimensional, para promover a sua proliferação e crescimento tridimensional. A versatilidade das técnicas de PR tem possibilitado o desenvolvimento e a construção de *scaffolds* com estruturas bastante complexas. Este tipo de medicina regenerativa pode vir a fornecer a substituição de tecidos biológicos e até órgãos inteiros.

Esta técnica já foi empregada em casos reais para órgãos com estrutura mais simples. Sete pacientes receberam transplantes de bexiga que foram crescidas por engenharia tecidual, utilizando *scaffolds* de PGA (ácido poliglicólico) e colágeno (Atala, 2006). Algumas publicações têm apresentado os resultados obtidos na confecção de *scaffolds* de biomateriais por técnicas de PR, bem como suas aplicações na engenharia tecidual (Chen, 2004), (Das, 2003), (Moroni, 2006), (Nasseri, 2001), (Salgado, 2007), (Shieh, 2005), (Silva, 2006), (Yeong, 2004).

4.2 Prototipagem Rápida de Biomateriais

A utilização de biomodelos para o planejamento cirúrgico, envolvendo adaptação de implantes e a confecção de moldes (para a confecção de implantes) por PR, foram as aplicações que inicialmente associaram as áreas de biomateriais e PR. Atualmente, a integração destas duas áreas teve um grande impulso e aponta para aplicações originais e bastante promissoras. A obtenção de próteses por processos diretos de PR (que vem sendo denominada de manufatura rápida), a construção de *scaffolds* de biomateriais cerâmicos, poliméricos e metálicos e a manufatura de órgãos são exemplos das aplicações e das tendências de integração entre os biomateriais e PR. A seguir são apresentados alguns resultados destes desenvolvimentos.

4.2.1 Fusão por Feixe de Elétrons - EBM

O processo de fusão por feixe de elétrons é baseado na manufatura por camada. Peças de metal são produzidas diretamente a partir do pó metálico. Para fundir este pó, utiliza-se um feixe de elétrons, emitidos por um filamento aquecido a 2500°C e acelerados através de um anodo. O processo é realizado numa câmara de vácuo, sendo que o foco do feixe é mantido através de bobinas magnéticas (Figura 4.3). Quando os elétrons atingem o pó metálico, a energia cinética é transformada em calor, com boa eficiência. O processo EBM permite a construção de peças com grande controle de geometria e de porosidade (Noritomi, 2006). Desta maneira, podem ser produzidas partes densas e porosas numa mesma peça (Figura 4.3).

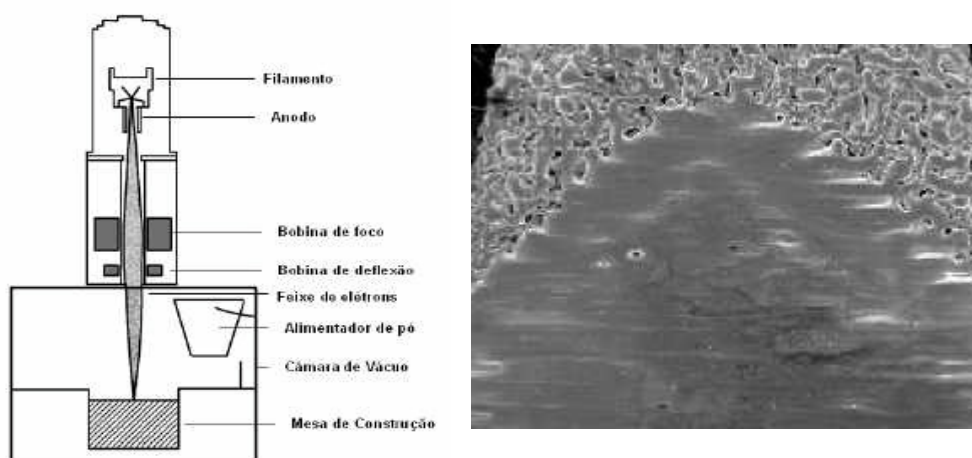


Figura 4.3 – Esquema do processo EBM (Noritomi, 2006) e corte de peça de Ti₆Al₄V (www.medicalmodelling.com/ebm).

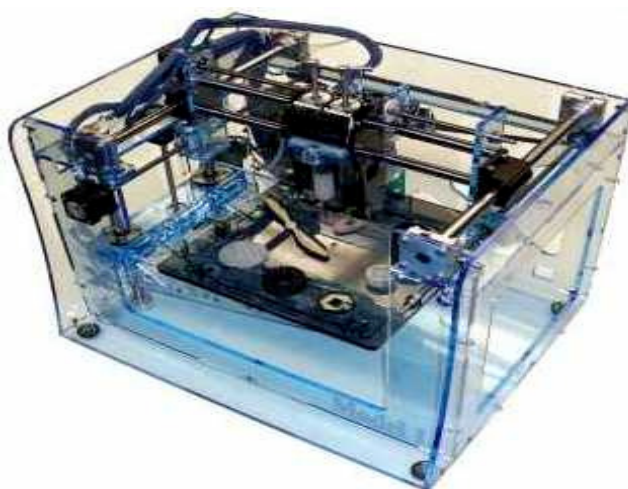
O processo EBM permite processar metais biocompatíveis como Ti₆Al₄V, Ti₆Al₄V ELI (Christensen, 2007), titânio grau 2 e liga cobalto-cromo. Desta maneira, têm sido produzidos numa única etapa, implantes ortopédicos com a parte interna de alta densidade, apresentando boa resistência mecânica e com uma superfície rugosa ou porosa, para promover o crescimento ósseo. O implante assim confeccionado dispensa uma etapa adicional de tratamento da superfície, normalmente requerida nestas aplicações. Além disso, estruturas do tipo *scaffold* com boa resistência mecânica, também podem ser obtidas pelo processo EBM. Estima-se que mais de quarenta equipamentos de EBM estejam em operação no mundo atualmente (Wohlers, 2008).

4.2.2 O Equipamento *Fab@Home*

Os desenvolvimentos na tecnologia de PR têm possibilitado a produção de máquinas e processos mais acessíveis a todas as áreas de aplicação. Estima-se que os novos projetos vão permitir que esta tecnologia futuramente seja utilizada diretamente pelo usuário numa simples bancada. Um projeto que já está disponível para a realização de experimentos neste sentido é a plataforma Fab@Home (*fabathome*), desenvolvida na Universidade de Cornell (Fab@Home, 2009).

Trata-se do projeto de um equipamento relativamente simples e de baixo custo de plataforma aberta tanto de hardware como de software. Por cerca de 3 mil dólares este kit pode ser adquirido e montado. O processo empregado é similar ao processo FDM, produzindo peças pela extrusão de materiais através de uma seringa e agulhas. É bastante versátil podendo depositar e criar estruturas tridimensionais, utilizando vários tipos de materiais.

Acredita-se que a PR, através de sistemas acessíveis como este, possibilite criar produtos personalizados em aplicações domésticas, longe do ambiente técnico e científico, tais como brinquedos e itens de alimentação. Alguns alimentos como queijos, chocolates, doces, manteiga de amendoim e outros já foram testados com sucesso (Wohlers, 2008). A Figura 4.4 apresenta o equipamento Fab@Home.



*Figura 4.4 - Equipamento Fab@home desenvolvido na Universidade de Cornell
(<http://fabathome.org>).*

O conceito do Fab@Home e de outros equipamentos similares tem sido utilizado para a realização de pesquisa em biomateriais. A realização destas pesquisas em equipamentos comerciais fica bastante limitada, pois estes possuem plataforma fechada e restrita a materiais específicos. Além disso, demandam uma quantidade grande de material, o que no caso de biomateriais, que apresentam custo elevado, torna-se inviável.

O Fab@Home adapta-se muito bem às necessidades de pesquisa por ser de custo baixo, pela versatilidade de operação e configuração de parâmetros, bem como pela pequena quantidade de material necessário para sua operação. Com o objetivo de realizar experimentos, foi construída no CTI uma máquina de PR, baseada no Fab@home.

Durante a construção da máquina, foram feitas algumas modificações e adaptações de peças, para que estas pudessem ser encontradas no mercado nacional, segundo o responsável pelo projeto, Paulo Inforçatti. Algumas peças como polias e estrutura de sustentação dos eixos foram confeccionadas no próprio CTI, por processo de PR. Os motores e as placas de controle foram importados e não foram realizadas modificações na estrutura física e dimensional da máquina. O software de controle foi obtido diretamente do sítio do Fab@Home e possui interface relativamente amigável, de fácil manuseio e aprendizado (Inforçatti, 2008). Este equipamento está ilustrado na Figura 4.5.

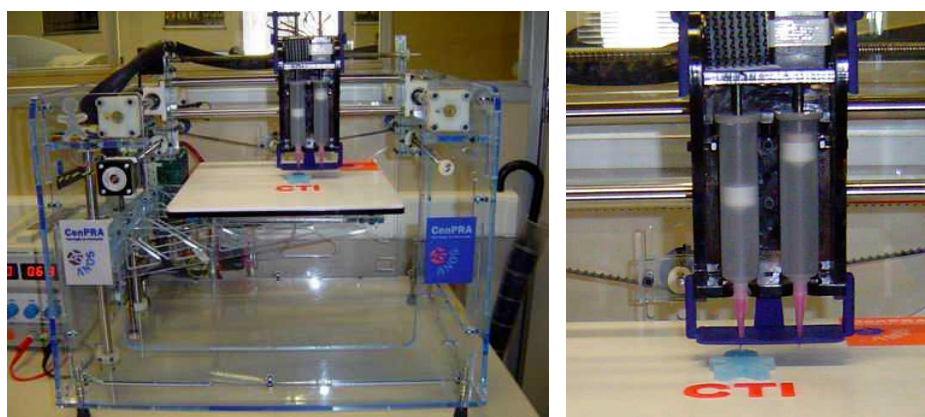


Figura 4.5– Máquina de PR Fab@Home construída no CTI para pesquisa com biomateriais.

Os primeiros testes foram realizados com materiais fluidos e de fácil manuseio, como silicone transparente de cura acética, silicone preto de cura normal, poliuretano e creme dental, como etapa de aprendizado com a máquina, as seringas, as agulhas e o software. Após a

familiarização com a máquina, outros materiais como misturas cerâmicas e resinas fotopolimerizáveis foram depositados. De acordo com Inforçatti, a máquina mostrou-se funcional nos testes realizados com diversos materiais. Desta maneira, foi confirmada a habilidade do equipamento para a pesquisa com biomateriais, além da capacidade da máquina para reproduzir uma determinada geometria, segundo o princípio da PR.

4.2.3 O Equipamento 3D Bioplotter

Uma opção comercial de equipamento para a confecção de *scaffolds*, foi lançada pela empresa Envisiontec, da Alemanha. Trata-se do *Perfactory 3D Bioplotter* (Figura 4.6), que se baseia na extrusão de material através de seringas (como o Fab@Home). Ele permite a deposição de diversos tipos de materiais em pequenas quantidades, inclusive células vivas, com diferentes parâmetros de deposição, visando pesquisas de *scaffolds* e crescimento de órgãos.

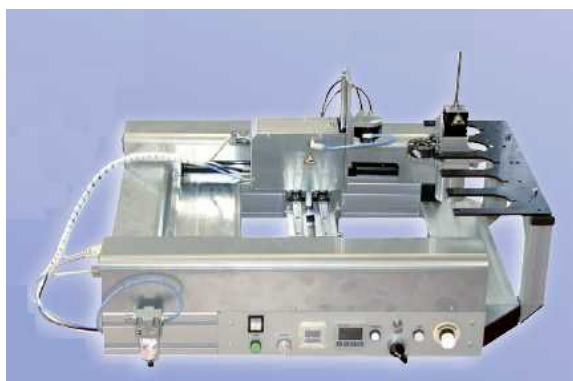


Figura 4.6 – Equipamento 3D Bioplotter da Envisiontec (www.envisiontec.de/index.php?id=31).

O 3D Bioplotter possibilita a deposição de materiais em ambiente estéril, visando a construção de *scaffolds* para cultura de células. Trabalha com duas faixas aquecimento da amostra: de 8-50°C e outra para temperaturas acima de 250°C. Está sendo comercializado por 134 mil euros, um valor que pode limitar o acesso para alguns usuários.

4.2.4 Próteses Personalizadas

O aumento da expectativa de vida da população na maior parte do mundo, tem impulsionado a demanda por próteses de quadril e de joelho. Até bem recentemente a confecção

de próteses e implantes sob medida apresentava uma série de dificuldades, que resultavam num custo bastante elevado. Isto ocorre principalmente pelo fato de cada parte do corpo humano apresentar particularidades de forma e tamanho. A solução empregada até agora tem sido a de produzir próteses com um determinado número de tamanhos e utilizar aquele que mais se adapta ao paciente (Wohlers, 2008).

Com o uso das técnicas de PR, surgiram alternativas para a obtenção de uma série de produtos médicos, como as próteses ortopédicas e outros tipos de implantes, incluindo as aplicações odontológicas, que agora poderão ser fabricados exclusivamente para um determinado paciente. Essa possibilidade de uso da PR estimula um aumento significativo do surgimento de produtos médicos confeccionados sob medida, como a prótese total de quadril (Figura 4.7).

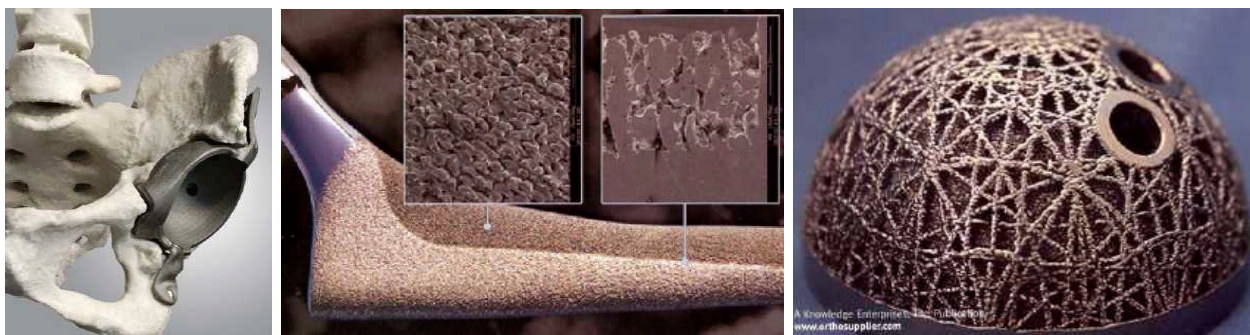


Figura 4.7 – Exemplos de peças de Ti_6Al_4V-ELI obtidas por processo de EBM (www.arcam.com).



Figura 4.8 – Exemplos de próteses obtidas por processo de EBM (www.arcam.com).

A utilização de técnicas de PR possibilita a confecção destas próteses sob medida (Harrysson, 2003). A prótese é projetada a partir de imagens da anatomia da região de interesse, obtidas através da tomografia computadorizada e da utilização de programas específicos de

modelagem médica e de CAD. Desta maneira, determina-se com boa precisão, a forma e o tamanho da prótese. O serviço de confecção de próteses ortopédicas, por processo EBM, já vem sendo oferecido por algumas empresas como Ala Ortho (Itália) e Medical Modelling (Estados Unidos). Outros exemplos de próteses metálicas são apresentados na Figura 4.8.

4.2.5 Scaffold de Hidroxiapatita - Exemplo de Reconstrução Mandibular

A substituição óssea devido a doenças ou ferimentos decorrentes de traumas continua a representar um desafio. O enxerto autólogo continua a ser a opção mais indicada para a maioria dos casos. Apesar disso, algumas complicações podem estar associadas a este procedimento como risco de infecção, dor crônica e perda de sensibilidade local. Taxas de complicações acima de 30% têm sido relatadas para realização de enxertos retirados da crista ilíaca, uma das fontes mais comuns para enxerto de osso autólogo.

Este projeto de reconstrução mandibular foi realizado na Universidade de Illinois, em conjunto com outras instituições (Jamison, 2003) e representa um esforço multidisciplinar que vem sendo realizado na busca de soluções para a substituição óssea, principalmente em casos onde o uso de osso autólogo apresente limitações.

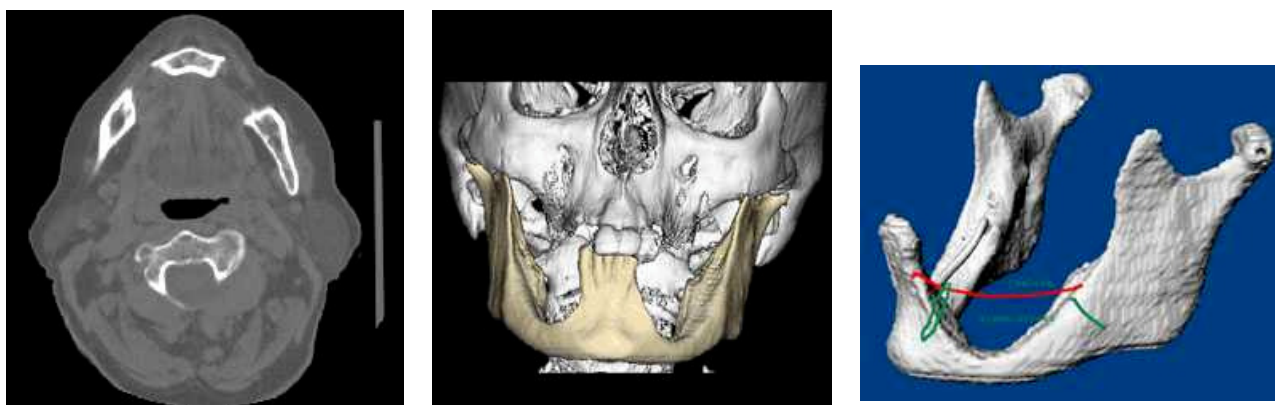


Figura 4.9– Imagem tomográfica e biomodelos virtuais de paciente com severa falha óssea mandibular (www.itg.uiuc.edu/technology/reconstruction).

Trata-se de uma paciente do gênero feminino, de 73 anos, apresentando um quadro de severa perda óssea bilateral na mandíbula. Foi realizado um trabalho conjunto de profissionais que trabalham com ciência dos materiais, engenheiros, cirurgiões e modeladores de CAD para

promover a reconstrução mandibular, através do projeto e confecção de um implante formado por um *scaffold* de cerâmica sintética, especialmente para esta paciente. O projeto deste *scaffold* iniciou-se a partir de imagens tomográficas da paciente, que possibilitaram a obtenção do biomodelo virtual (Ver Figura 4.9).

Com o auxílio de ferramentas de CAD, os projetistas desenvolveram o modelo de um *scaffold*, que preenchesse o espaço da falha óssea, restaurando em parte a anatomia da mandíbula. O *scaffold* projetado apresentava um canal para acomodação do nervo alveolar inferior e uma superfície suficiente para promover resistência mecânica e permitir o ajuste de parafusos para fixação na mandíbula., além de prever a futura reabilitação bucal.

Um biomodelo da mandíbula foi confeccionado por PR para avaliar a adaptação do *scaffold*. O arquivo do *scaffold* foi enviado ao laboratório Sandia, responsável pelo desenvolvimento de um processo denominado Robocasting, que deposita camadas de composições cerâmicas através da extrusão do material por uma seringa. Este processo é similar ao processo FDM, com a vantagem de permitir a deposição de uma vasta gama de materiais (Cesarano, 1999). A Figura 4.10 apresenta imagens do projeto do *scaffold* e do equipamento utilizado para sua confecção.

A hidroxiapatita foi o biomaterial empregado na confecção do *scaffold*. Inicialmente foi construído um bloco que foi desbastado para atingir o formato final. A Figura 4.11 mostra imagens do *scaffold* final obtido, seu encaixe no biomodelo e trans-operatório.

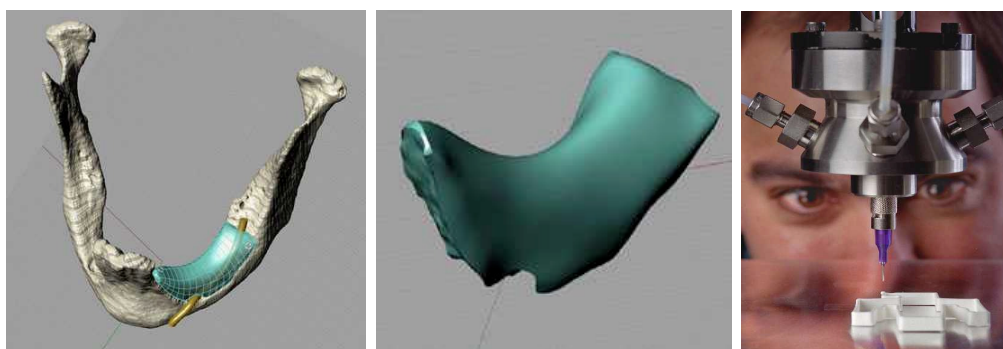


Figura 4.10 - Projeto do *scaffold* e equipamento Robocasting para confecção do *scaffold* (www.itg.uiuc.edu/technology/reconstruction).



Figura 4.11 – Scaffold de hidroxiapatita, adaptação no biomodelo e trans-operatório
(www.itg.uiuc.edu/technology/reconstruction).

O projeto e a confecção de um implante do tipo *scaffold* obtido por processo de PR, precisa considerar aspectos como a biocompatibilidade e os esforços mecânicos a que este implante está sujeito, do mesmo modo que os implantes obtidos por processos convencionais. Neste caso, foi escolhida a hidroxiapatita, pelo seu uso consagrado como substituto ósseo. Além disso, no caso de uma substituição em parte da mandíbula, faz-se necessário que o implante suporte a pressão exercida pela força mastigatória, que pode chegar a 400 lbf/in^2 .

Estudos têm sido realizados a fim de compreender o comportamento dos *scaffolds* durante o período de transição, por exemplo, quais são as variações de resistência mecânica no período de remodelamento ou do crescimento do novo osso. As pesquisas sobre a confecção e utilização de implantes do tipo *scaffold* têm sido intensificadas nos últimos anos. As classes de biomateriais, seu modo de processamento, quais as geometrias favoráveis, macroporosidade, microporosidade, crescimento celular nestas superfícies têm sido alguns dos temas explorados.

Observou-se que o crescimento dos tecidos ósseos e vasculares no *scaffold* está relacionado com a superfície do dispositivo no nível microscópico. A pesquisa considerada neste exemplo, consiste em compreender como as células migram e se fixam no *scaffold* de hidroxiapatita. Para isso várias geometrias foram estudadas através da imersão dos *scaffolds* em cultura de células. As superfícies dos *scaffolds* foram modificadas a fim de estudar a interação das células ósseas com as diferentes porosidades. A Figura 4.12 apresenta um *scaffold* com diâmetro do filamento de 300 micra, exemplo de cultura de células e aderência de célula óssea na superfície da hidroxiapatita.

Em casos similares ao apresentado, o objetivo final é ter um processo que possibilite fornecer ao cirurgião, implantes personalizados de osso sintético do tipo *scaffold*, que atenda aos

requisitos de reconstrução funcional e estética do mesmo modo que os enxertos autógenos. O processo precisa estar bem estabelecido para promover uma recuperação rápida e segura do paciente, sem o risco e o desconforto de uma cirurgia adicional, que é necessária no caso do enxerto autógeno. Existe uma demanda por pesquisas e ensaios laboratoriais em biomateriais e processos de PR associados, antes que os dispositivos do tipo *scaffold* possam ser liberados para uso clínico.



Figura 4.12 – Estrutura básica do scaffold, ensaios de crescimento celular e exemplo de célula óssea aderida na superfície do scaffold (www.itg.uiuc.edu/technology/reconstruction).

4.2.6 Scaffolds Poliméricos e Metálicos

Scaffolds poliméricos e metálicos têm sido investigados por técnicas de PR, com diferentes finalidades e têm apresentado resultados promissores. Num estudo de Wei Xu (Xu, 2008) *scaffolds* de poliuretano, baseados principalmente em policaprolactona (PCL) e polietileno foram construídos visando sua aplicação na obtenção de órgãos vascularizados, como o fígado por exemplo. Outro estudo apresenta a obtenção de *scaffolds* de PCL e hidroxiapatita visando potenciais aplicações em reconstruções de tecidos ósseos (Koh, 2006). Polímeros compostos de ácido poliglicólico (PGA) e ácido polilático (PLA), colonizado com osteoblastos de periósteo bovino foram estudados visando reconstruções de côndilo de mandíbula (Weng, 2001).

Scaffolds metálicos são investigados visando reconstruções ósseas nas áreas ortopédica e odontológica, onde a solicitação de carga mecânica é mais elevada. Os *scaffolds* têm sido confeccionados em titânio puro (Ryan, 2008) ou liga Ti₆Al₄V (Li, 2006), (Li, 2007) com diferentes arquiteturas e cultura de células, visando encontrar uma otimização entre a função mecânica e a biológica. A Figura 4.13 apresenta exemplos de *scaffolds* polimérico e metálico.

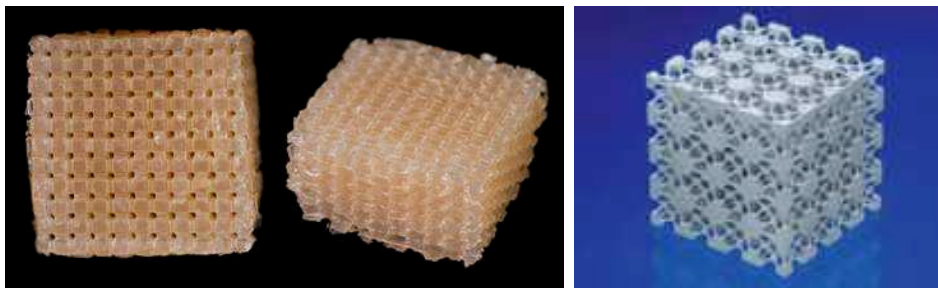


Figura 4.13 – Scaffolds polimérico e metálico (www.biomaterials.org/week/bio25.cfm), (www.ilt.fraunhofer.de/eng/100949.html).

4.3 Manufatura de Órgãos

A manufatura de órgãos (*organ printing*) é uma variante biomédica da tecnologia de PR, baseada na fiabilidade dos tecidos. Ou ainda, uma tecnologia de PR, baseada na deposição camada a camada de células ou agregados de células num *scaffold* de gel, que após uma etapa de maturação, resulta na estrutura de um tecido ou órgão, com perfusão e vascularização (Mironov, 2003), (Jakab, 2004), (Xiong, 2005). O mecanismo desta técnica está ilustrado na Figura 4.14, onde a primeira sequência ilustra a deposição de células de um mesmo tipo, num gel, com posterior fusão dessas células e a formação de um tubo.



Figura 4.14 – Esquema da manufatura de órgãos (Mironov, Slideshow).

A segunda sequência ilustra este mesmo mecanismo, utilizando agora dois tipos de células diferentes, construindo três tipos de estruturas mais complexas, determinadas pela geometria da deposição das células por processos de PR.

O processo de manufatura de órgãos divide-se em três etapas: o pré-processamento, onde se realiza o desenvolvimento do modelo CAD do órgão a ser confeccionado; o processamento, onde a deposição das células é realizada por um processo de PR e o pós-processamento, que consiste

em realizar a perfusão, o condicionamento biomecânico e a maturação acelerada do tecido. Um esquema deste processo está ilustrado na Figura 4.15.

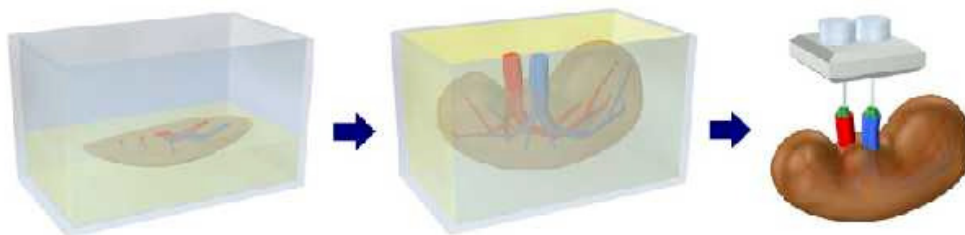


Figura 4.15 –Esquema de obtenção de um órgão através da manufatura de órgãos (Mironov, Slideshow)

Ainda de acordo com Mironov, a manufatura de órgãos é factível, está evoluindo rapidamente e deve ser a tecnologia predominante na engenharia tecidual. Segundo ele, a manufatura de órgãos utiliza o mesmo princípio do auto-arranjo das células em tecidos, sendo um processo similar ao que ocorre com os tecidos embrionários que se diferenciam e se fundem em formas funcionais. Além do objetivo mais imediato, de disponibilizar órgãos para transplante, estes poderão ser utilizados na pesquisa biomédica e no estudo e testes de drogas.

Capítulo 5

Panorama da Biomodelagem

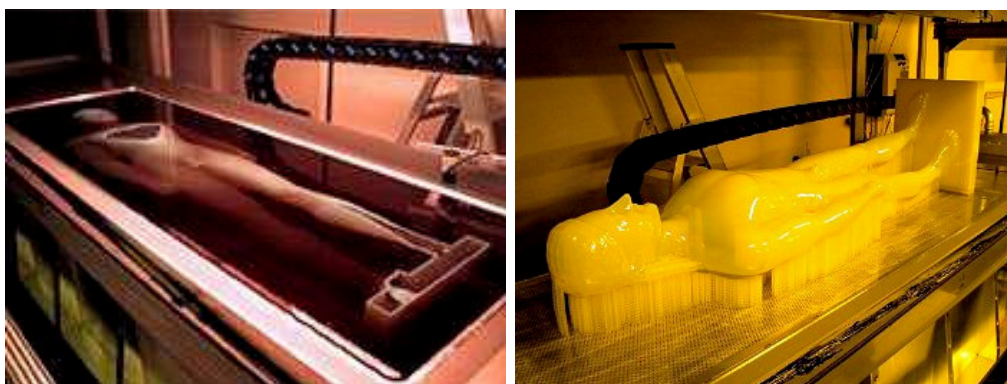
O lançamento do primeiro equipamento de PR no mercado ocorreu em 1988, referente ao processo de estereolitografia. Após vinte anos observa-se que houve uma grande expansão da tecnologia de PR, como citado no item 2.8.1. Outros processos foram desenvolvidos, utilizando diferentes tipos de material. No ano de 1990, Mankovich descreveu pela primeira vez a confecção de biomodelos por processo de estereolitografia (Mankovich, 1990). A partir daí, as aplicações médico-odontológicas aumentaram consideravelmente sua participação, até atingir atualmente, o terceiro maior grupo entre todos os setores de PR.

A confecção de biomodelos para o planejamento cirúrgico foi inicialmente a aplicação mais difundida na área da saúde. Em seguida, surgiram outras aplicações como a confecção de próteses personalizadas, desenvolvimentos de instrumentais cirúrgicos e mais recentemente a confecção de *scaffolds* de vários materiais, visando suas aplicações na engenharia tecidual.

Ao longo destes anos surgiram algumas empresas no exterior para atender estas necessidades do mercado. Entre as empresas de biomodelagem destacam-se: Anatomics, Medical Modelling e Materialise. A Anatomics é uma empresa australiana, fundada em 1996. Atua na confecção de biomodelos e implantes personalizados (titânio e PMMA), no desenvolvimento de biomateriais e softwares para processamento de imagens (AnatomicsRX e AnatomicsPR). Utiliza os seguintes processos de PR utilizados: SLS, SL, 3DP, J-P (*Jetted Photopolymer*).

A Medical Modeling é uma empresa americana que trabalha na produção de biomodelos, implantes e próteses. Utiliza os processos de SL, 3DP e EBM. Dentre os diversos produtos e serviços desenvolvidos, destacam-se as próteses personalizadas de titânio obtidas por processo EBM e a confecção de guias para procedimentos de cirurgia guiada de implantodontia.

A empresa belga Materialise é a maior provedora de serviços de PR da Europa, com a maior capacidade de produção do mundo num único lugar. A empresa oferece protótipos em 19 materiais diferentes, utilizando os processos SL, SLS, FDM e Polyjet. Um produto desenvolvido pela empresa e que se destaca é um equipamento de estereolitografia, chamado Mamouth, utilizado para a confecção de peças de grandes dimensões (~2 metros). A Figura 5.1 apresenta um exemplo da construção de uma estátua do escultor Kouros com comprimento de 180 mm, numa única peça.



*Figura 5.1 - Confecção de estátua de 180 mm no equipamento Mammoth II
(www.materialise.com).*

A combinação de prestação de serviços e desenvolvimento de softwares são os focos principais da empresa. O grupo possui uma larga experiência em softwares para processamento de imagens médicas e simulação cirúrgica. Os programas Mimics e Surgicase geram com precisão, modelos virtuais e planejamento cirúrgico virtual. O programa Simplant está voltado ao processamento de imagens 3D na área odontológica, visando planejamento cirúrgico e confecção de guias cirúrgicos. (<http://home.att.net/~edgrenda/pow/pow35.htm>).

5.1 A Prototipagem Rápida no Projeto Humanitário RP4Baghdad

As aplicações da PR na área médica foram o ponto de partida para um projeto de ajuda às vítimas da guerra no Iraque e população iraquiana em geral. Em junho de 2005, iniciou-se o projeto de ajuda humanitária RP4Baghdad (*Rapid Prototyping for Baghdad*), com a finalidade de promover suporte às cirurgias de reconstrução craniofaciais, para vítimas dos mais diversos tipos de lesões. O projeto foi lançado pelo diretor de operações da empresa Materialise, Fried Vancraen juntamente com as empresas Medical Modeling e EOS (Alemanha). Membros tradicionais da indústria de PR colaboram através da doação de recursos financeiros, de serviços de biomodelagem virtual e física e apoio para a realização das cirurgias.

O RP4Baghdad em conjunto com a ONG Médicos Sem Fronteiras, já haviam beneficiado mais de 180 pacientes até março de 2008. O apoio das empresas do ramo de biomodelagem permitiu o acesso do RP4Baghdad às tecnologias de SL, SLS, 3DP e FDM. Os pacientes com indicação de serviços de biomodelagem são submetidos a exames de TC. Os dados do exame são enviados pela internet, para alguma empresa participante do projeto, visando a confecção dos biomodelos. Estes são enviados ao Iraque, bem como as próteses personalizadas e outros materiais necessários para a cirurgia. Um levantamento parcial com a classificação dos casos de 56 pacientes atendidos está apresentados na Tabela 5.1 (www.rp4baghdad.org).

Tabela 5.1 - Aplicações dos biomodelos no Projeto RP4Baghdad.

Aplicações dos Biomodelos no Projeto RP4Baghdad	
Ferimentos de Guerra	26
Neoplasias	13
Deformidades Faciais	9
Patologias de ATM	4
Fraturas	2
Causas Congênitas	1
Osteomelite	1
Total	56

Os resultados mostraram que 46% dos pacientes deste grupo foram diretamente vítimas de acidentes com armas de guerra. Outros 23% dos casos atendidos envolveram correções de neoplasias e 16% as deformidades faciais incluindo, assimetrias faciais e deformidades mandibulares. Patologias de ATM, fraturas, causas congênitas e osteomelite responderam pelos 14% restantes desta amostra.

5.2 Empresas de Biomodelagem no Brasil

No decorrer deste trabalho, foi realizado um levantamento sobre as empresas brasileiras, que prestam serviços de biomodelagem no Brasil. As informações foram extraídas dos sítios das empresas na internet e posteriormente através de entrevistas realizadas por telefone com os responsáveis pela área de modelagem médica.

A Tabela 5.2 apresenta um resumo das principais informações: nome da empresa, o início das atividades, processos de PR utilizados, número de biomodelos confeccionados e região de atendimento. Estes dados foram coletados em maio de 2008, sendo que posteriormente em novembro de 2008, foram identificadas mais duas empresas que foram incluídas nesta tabela: a Fábrica de Imagens, em São Paulo e a 3D Power Technology no Rio de Janeiro.

As empresas Robtec e Seacam foram incluídas no levantamento, apesar de não prestarem serviços de biomodelagem virtual. São empresas representantes de venda de equipamentos no Brasil e que prestam serviços de fornecimento de protótipos para o mercado. Principalmente no início das atividades de biomodelagem no país, elas foram responsáveis pela confecção de biomodelos para outras empresas.

Como pode ser observado, duas empresas se destacam: a Artis e a Bioparts, que já iniciaram suas atividades há pelo menos oito anos. Ambas fornecem biomodelos para planejamento cirúrgico em reconstruções craniofaciais e bucomaxilofaciais, mas com um foco maior na área de implantodontia, através da geração e confecção de guias cirúrgicos.

Tabela 5.2 - Empresas que prestam serviços de biomodelagem no Brasil (maio/2008).

Nome da empresa	Início das atividades	Processos de PR disponíveis	Biomodelos confeccionados	Região atendida
Artis / Anne Solutions (Brasília / São Paulo) www.artis.com.br www.annesolutions.com.br	1997 2006	IJP e 3DP	~2400	Brasil Chile, Colômbia, Uruguai, Espanha e Portugal
BCS Tecnologia (Campinas) www.bcstecnologia.com.br	2002/2006*	3DP	5	Brasil
Bioparts (Brasília) www.bioparts.com.br	2001	SL e 3DP	~7000	Brasil, Argentina, Chile, Colômbia, Espanha e Portugal
Fábrica de Imagens** (São Paulo) www.fabricaimagens.com.br	Setembro/2008	3DP	6	Brasil
LaserTAO (Campinas) www.lasertao.com.br	2008	FDM e 3DP	---	---
Nuclen / Parqtec (São Carlos) www.nuclen.com.br	2003	FDM	~20	Brasil
Protis (Bauru) www.protis.com.br	2008	3DP	~100	Brasil
Robtec (São Paulo) www.robtec.com.br	1994/1998*	SL e SLS	~100	Brasil, Argentina
Seacam (São Paulo) www.seacam.com.br	1993/2001*	3DP	~400	Brasil
3D Power Technology** (Rio de Janeiro) www.power3d.com.br	2007	3DP	1	Brasil

* Confeção dos primeiros biomodelos.

** Dados de novembro/2008.

As duas últimas empresas incluídas, Fábrica de Imagens e 3D Power Technology eram tradicionais no ramo de impressão gráfica e começaram a prestar serviços de confecção de protótipos em geral. Recentemente iniciaram atividades de fornecimento de biomodelos.

5.3 Exemplos Externos de Biomodelagem

Foram selecionados ao longo deste trabalho, alguns exemplos ilustrativos da utilização de biomodelos aqui no país. Os casos apresentados a seguir são externos ao CTI e foram obtidos junto aos profissionais envolvidos com biomodelagem, seja na confecção ou na utilização dos biomodelos.

5.3.1 Cirurgia de Separação de Gêmeos Conjugados – Empresa Robtec/Artis

O caso apresentado a seguir foi enviado pela empresa Robtec. Trata-se de um biomodelo de gêmeos conjugados (xifópagos ou siameses), de gênero masculino, nascidos no estado de Tocantins no ano de 2003 e que foram atendidos no Hospital Materno Infantil de Goiânia pelo SUS. Este hospital tem se tornado uma referência no atendimento de casos de gêmeos conjugados, com oito casos atendidos até agosto de 2008.

De acordo com informações do Dr. Zacharias Calil Hamu, cirurgião pediátrico, responsável pelo procedimento, este foi o primeiro caso de separação de gêmeos conjugados na América Latina, onde o planejamento cirúrgico foi realizado utilizando um biomodelo obtido por PR.



Figura 5.2 - Imagem tomográfica de gêmeos conjugados (Cortesia do Dr. Zacharias Calil).

Estes gêmeos classificados como *ischiopagus tripus*, ou seja, unidos pela bacia e abdômen e com três pernas, foram submetidos ao procedimento de separação em duas etapas, a partir de

agosto de 2004. O exame tomográfico foi realizado na Universidade de Brasília – UNB e a modelagem médica foi realizada pela empresa Artis. A Figura 5.2 apresenta uma imagem tomográfica dos gêmeos.

O biomodelo foi confeccionado por processo de estereolitografia na Robtec (Figura 5.3). Segundo o Dr. Calil, o procedimento cirúrgico de separação de gêmeos conjugados pode ser bastante complexo, principalmente em casos onde eles possuam órgãos vitais em comum. Faz-se também necessário um estudo minucioso da parte vascular.



Figura 5.3 – Biomodelo de gêmeos conjugados (Cortesia da Robtec).

Muitas vezes estas cirurgias são realizadas em duas partes, como neste caso, onde na primeira fase foram instalados um distrator ósseo e bexigas de silicone, para alongar a pele e possibilitar o posterior fechamento das lesões. O distrator ósseo utilizado, conhecido como aparelho de Lizarov, é o mesmo que se emprega na recuperação de fraturas.

Durante a pesquisa sobre o uso de biomodelos para o planejamento de cirurgias de gêmeos conjugados, foi realizado um contato com o Hospital da Santa Casa de Belo Horizonte, que já recebeu 27 casos de gêmeos conjugados, sendo que 7 foram submetidos à cirurgia de separação. De acordo com o Dr. Manoel Firmato de Almeida, cirurgião responsável por estes procedimentos, o uso de biomodelos para planejamento cirúrgico destes pacientes nunca foi empregado naquele hospital.

A Figura 5.4 apresenta as imagens utilizadas para o planejamento do penúltimo caso realizado pela equipe da Santa Casa. Tratam-se de gêmeas unidas pelo apêndice xifóide, abdômen e pélvis com quatro membros inferiores, classificado na literatura como *xifoonfaloesquiopaga tetra*. O planejamento desta cirurgia foi realizado com o auxílio de imagens dos biomodelos virtuais, obtidos a partir de exames de ressonância magnética. Estas imagens foram impressas em papel, em várias posições, para permitir a visualização das estruturas anatômicas e orientar a equipe cirúrgica.



Figura 5.4 – Imagens de ressonância magnética, utilizadas no planejamento cirúrgico de separação de gêmeas conjugadas (Cortesia do Dr. Manoel Firmato).

Ainda de acordo com o Dr. Firmato, cerca de 70% de casos de gêmeos conjugados não chegam a completar a gestação ou apresentam sobrevida muito curta. Apenas 30% dos casos chegam a receber algum tipo de tratamento, que pode resultar numa cirurgia de separação. O sucesso destas cirurgias é altamente dependente do tipo de anomalia apresentada.

Os gêmeos conjugados são formados a partir de um mesmo óvulo fecundado, que não chega a se dividir por completo, gerando gêmeos que estarão ligados por uma parte do corpo, ou que têm uma parte do corpo comum aos dois. Existe um outro tipo de gêmeos conjugados, considerado mais comum, onde a união acontece depois. Ou seja, são gêmeos idênticos totalmente separados, que se unem em alguma fase da gestação por partes semelhantes: cabeça com cabeça, abdômen com abdômen ou quadril com quadril. Em geral estes casos são mais favoráveis às cirurgias de separação.

5.3.2 Confecção de Prótese Mista de Hemimandíbula – UFRGS/Empresa Artis

Neste exemplo é descrita a confecção de uma prótese de hemimandíbula, que foi desenvolvida pelo Dr. Luís Alberto dos Santos, no Departamento de Engenharia de Materiais da UFRGS. Trata-se de uma paciente do gênero feminino, 45 anos, que foi submetida a uma ressecção de hemimandíbula, por causa de uma neoplasia. Na cirurgia de ressecção foi realizada a adaptação de uma placa reconstrutiva de titânio moldada.

Após três anos deste procedimento, a paciente retornou apresentando dor crônica e perda do contorno facial. Imagens tomográficas indicaram que a parte do côndilo da prótese se encontrava fora da cavidade glenóide, causando desconforto na região da ATM. A solução indicada neste caso foi remoção e substituição da prótese. A fim de orientar o planejamento de uma nova prótese, foi confeccionado um biomodelo por processo IJP na empresa Artis (Figura 5.5).

Uma prótese mista composta de três materiais foi projetada. A estrutura consistia de uma placa de titânio (grau 2, 1,2 mm), que proporciona boa resistência mecânica, leveza e facilidade de produção. Para se obter o contorno anatômico da mandíbula foi utilizado o cimento α -fosfato de cálcio, que apresenta uma densidade próxima do tecido ósseo, biocompatibilidade e facilidade de manipulação. Para construir a ATM, utilizou-se um côndilo de titânio e cavidade glenóide de polietileno de ultra alto peso molecular, devido à sua resistência ao desgaste.



Figura 5.5 – Biomodelo da hemimandíbula com prótese de placa de titânio (Cortesia do Dr. Luis Alberto dos Santos).

Inicialmente o biomodelo foi utilizado para a confecção de um molde em acrílico para fornecer o formato da prótese, baseando-se no formato da hemimandíbula remanescente. Nesta moldagem, foi inserida a estrutura de titânio e vazado o cimento de fosfato de cálcio. Na região

do côndilo, a chapa de titânio foi enrolada e preenchida com solda, sendo que o formato final foi obtido por abrasão (Figura 5.6).



Figura 5.6 –Etapas de preparação da prótese mista de hemimandíbula (Cortesia do Dr. Luís Alberto dos Santos).

A cavidade glenóide de polietileno, foi usinada por retífica manual, sendo que seu formato foi copiado do biomodelo. O aspecto final da prótese está ilustrado na Figura 5.7.

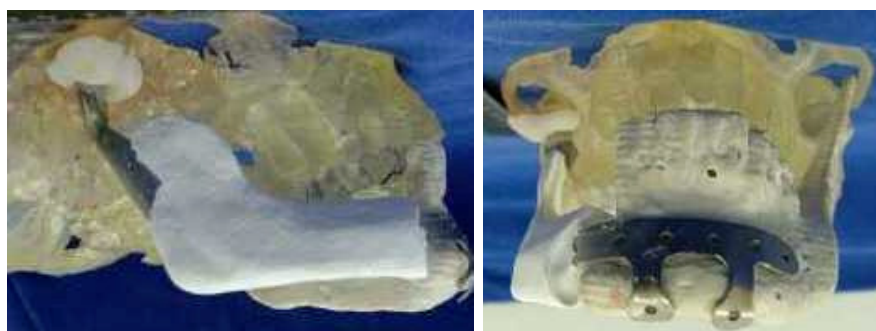


Figura 5.7 – Montagem final da prótese mista de hemimandíbula no biomodelo (Cortesia do Dr. Luís Alberto dos Santos).

O procedimento cirúrgico envolveu a remoção da prótese de titânio da reconstrução anterior e a instalação das duas partes desta prótese mista. A prótese de polietileno foi fixada com dois miniparafusos de titânio no osso temporal e a prótese mandibular foi fixada com parafusos bicorticais de titânio. O espaço livre entre a prótese e o osso foi preenchido com cimento de fosfato de cálcio, visando impedir a proliferação de tecido mole nesta interface (Silva, 2008).

Os bons resultados da prótese mista e do procedimento cirúrgico foram confirmados em exames e controles posteriores. A Figura 5.8 apresenta imagens de exames realizados quinze dias após a cirurgia: uma imagem radiográfica, que mostra o posicionamento da prótese e um exame

tomográfico que ilustra o contorno da mandíbula obtido com a prótese mista. Passados quatro anos da cirurgia, um biomodelo de controle foi confeccionado no CTI, que confirmou a boa estabilidade da prótese mista ao longo do tempo (Figura 5.8).

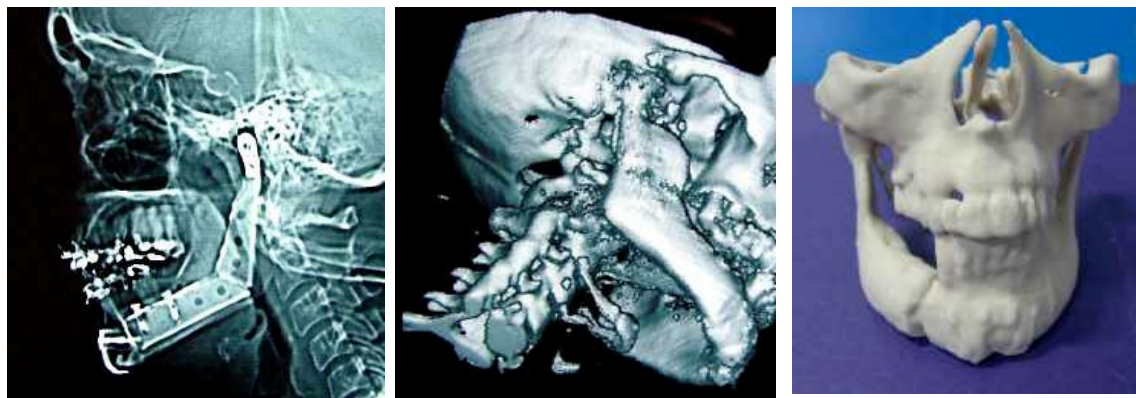


Figura 5.8 – Imagem radiográfica e tomografia quinze dias após a cirurgia, biomodelo quatro anos após a cirurgia (Cortesia do Dr. Luis Alberto dos Santos).

5.3.3 Processo Aditivo Manual para a Obtenção de Prótese Personalizada

A obtenção de uma prótese personalizada por processos convencionais, sem a utilização da PR, pode ser bastante trabalhosa, pois em geral implica na utilização de muitas etapas até a confecção final. Será apresentado a seguir um método utilizado pelo cirurgião Dr. Edeldo Antunes, que possui semelhança com a tecnologia de PR, mas foi realizado de maneira totalmente manual.

Inicialmente uma prótese de cera é construída por um processo aditivo para possibilitar a posterior confecção da prótese definitiva. Este método tem sido aplicado para a confecção de próteses personalizadas, em casos de cranioplastia (Chiarini, 2004). Nesta técnica, os dados para a construção do biomodelo são imagens de tomografia computadorizada. As fatias do exame são registradas em filmes radiográficos no tamanho real do paciente, a pedido do cirurgião. A seguir são utilizadas lâminas de cera de espessura de 1,5 mm, para copiar manualmente, com objeto pontiagudo, a anatomia da região de interesse de cada fatia da tomografia. Em geral essa cópia é feita através de um espelhamento da região sadia para corrigir uma lesão na contralateral.

O espaçamento utilizado entre os cortes no exame de TC foi sempre igual à espessura das lâminas de cera, ou seja, 1,5 mm, a fim de manter aproximadamente as mesmas dimensões no biomodelo construído. Após o desenho de cada lâmina realiza-se o corte e a remoção da cera excedente, sendo que cada uma das camadas vai sendo colada à camada seguinte. Este processo está ilustrado na Figura 5.9.



Figura 5.9 – Sequência da obtenção manual de prótese para cranioplastia (Cortesia do Dr. Edelto Antunes).

No final do processo é obtida uma réplica em três dimensões da prótese. A partir daí, após alguns ajustes e remoção de excessos, é construído um molde em silicone, para permitir a conformação da prótese em material biocompatível. A Figura 5.10 ilustra um exemplo deste molde já construído para prótese de uma seção do osso frontal com o contorno da órbita. Pode-se observar também a prótese final confeccionada com COR - Composto Ósseo de Rícínus.

Segundo o Dr. Edelto, o método descrito foi aplicado com sucesso em oito casos de cranioplastia. Estes casos foram realizados entre os anos 1999 e 2002, antes que o cirurgião tivesse conhecimento da tecnologia de PR e da possibilidade de construir próteses personalizadas

com maior precisão, inclusive para regiões de anatomia mais complexa, gastando menos tempo e com bem menos trabalho.

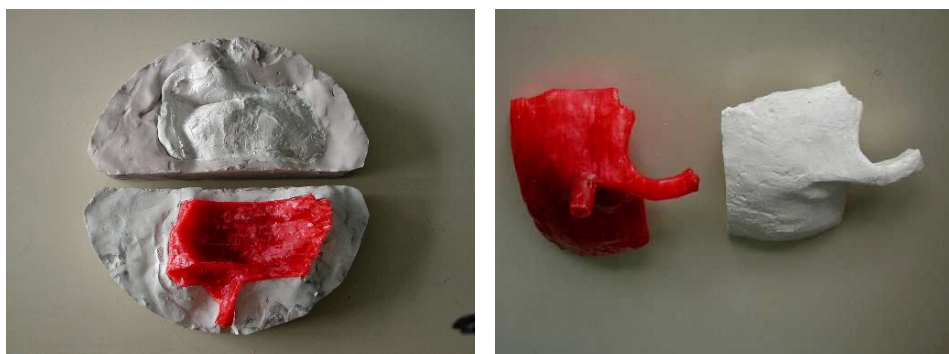


Figura 5.10– Molde obtido a partir da prótese de cera e aspecto final da prótese (Cortesia do Dr. Edelto Antunes).

5.3.4 Biomodelagem Fetal – o Projeto Fetus 3D

Um trabalho inédito na área de biomodelagem foi desenvolvido pelo pesquisador Jorge Lopes dos Santos do INT. Trata-se do projeto Fetus 3D, que emprega as tecnologias de biomodelagem tridimensional e PR para a confecção de biomodelos de fetos. A técnica é utilizada em medicina fetal, para a avaliação de doenças ou deformidades antes do nascimento e também para fins didáticos. O projeto foi realizado em conjunto com o ginecologista Dr. Heron Werner Júnior, a Clínica de Diagnóstico por Imagem – CDPI, o CNPQ e parceria do *Royal College of Art* de Londres.

Uma publicação sobre este trabalho foi realizada recentemente, após a análise de oito estudos de casos, para fetos acima de 26 meses de gestação (Werner, 2008). Para cada um destes casos, os exames preliminares de ultra-sonografia haviam detectado algum tipo de má-formação. Investigações adicionais foram realizadas através de exames de ressonância magnética para casos de más-formações do sistema nervoso central, torácicas, gastrointestinais e geniturinárias e de tomografia computadorizada para más-formações esqueléticas.

Os modelos virtuais dos fetos foram obtidos através do tratamento das imagens médicas em programas de biomodelagem (ScanIP, Simpleware e Exeter), exigindo um grande trabalho de

edição. Com a ajuda do médico, as imagens digitalizadas foram editadas para realizar em cada fatia, a separação do feto dos outros tecidos do útero. Um caso típico analisado possuía 180 imagens, que foram trabalhadas uma a uma, para no final permitir a geração do modelo tridimensional. O processo de obtenção dos biomodelos do projeto Fetus 3D foi patenteado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia.

Alguns resultados do Projeto Fetus 3D podem ser observados na Figura 5.11, que apresenta biomodelos virtuais dos fetos e na Figura 5.12, que mostra os biomodelos físicos obtidos por processo de SL.

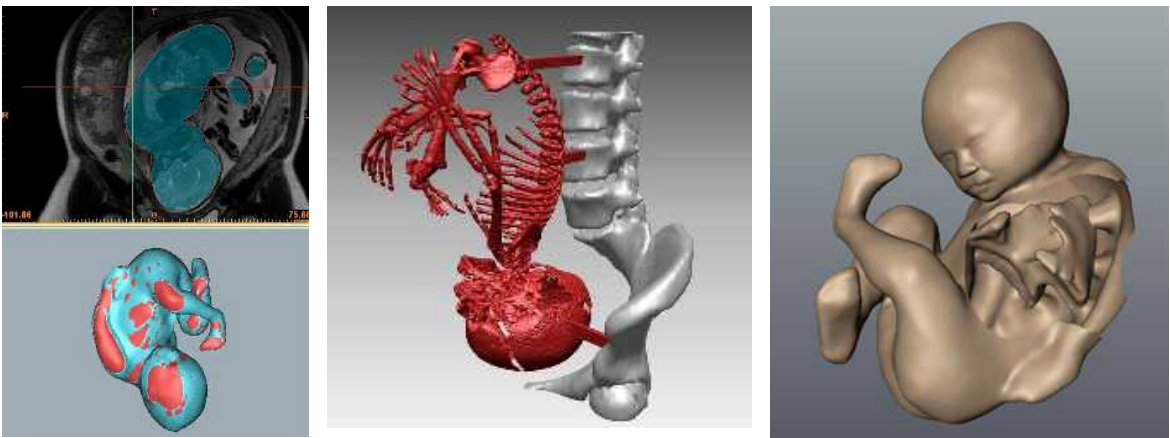


Figura 5.11 - Biomodelos virtuais de fetos (Cortesia de Jorge Lopes dos Santos).

A técnica de biomodelagem de fetos tem sido utilizada em casos bastante particulares, envolvendo más-formações que demandem um acompanhamento rigoroso da gestação e para o planejamento de procedimentos ou tratamentos que serão necessários logo após o nascimento.



Figura 5.12 - Biomodelos de fetos confeccionados por PR (Cortesia de Jorge Lopes dos Santos).

Capítulo 6

Resultados dos Casos Atendidos pelo Promed

Uma das atividades fundamentais no início do projeto Promed foi estabelecer contatos e parcerias com os profissionais da área da saúde. O objetivo, naquele momento, era divulgar a técnica e avaliar as possibilidades de utilização da PR para o planejamento cirúrgico, em aplicações preferencialmente craniofaciais. Para isso, havia a necessidade de realizar estudos de casos reais de pacientes que demandassem reconstruções cirúrgicas complexas e que pudessem ser beneficiados. Os hospitais e instituições que forneceram os primeiros casos para estudo foram: Sobrapar, Hospital Mário Gatti, Hospital de Clínicas da USP, Hospital de Base de Brasília, FOP da Unicamp e Hospital São Lucas da PUCRS.

Após a demonstração e divulgação dos resultados positivos das primeiras cirurgias auxiliadas pelo uso de biomodelos, começou a haver uma crescente procura por estes serviços aqui no Brasil. No ano de 2002 ocorreu no CTI um encontro, sob o tema “Utilização de Imagens Médicas e Prototipagem Rápida na Medicina”, com alguns profissionais da área da saúde que relataram os primeiros resultados alcançados com esta técnica.

No decorrer destes oito anos do projeto Promed, houve um grande desenvolvimento nos serviços de biomodelagem dentro do CTI totalizando, desde janeiro de 2000 até setembro de 2008, a realização de 1114 casos. Deste total, 132 foram destinados à realização de estudos acadêmicos, principalmente na área de Odontologia, Veterinária, Arqueologia e Paleontologia. Foram realizados aproximadamente 40 trabalhos distribuídos entre teses de mestrado e

doutorado, monografias de especialização e de conclusão de curso de graduação como resultados destes estudos.

A seguir são apresentados os resultados do levantamento realizado sobre os 982 pacientes atendidos pelo projeto Promed. Deste grupo, 737 pacientes foram provenientes do SUS, representando 75% do total e os restantes 245 vieram de clínicas particulares (25%). O número de instituições atendidas neste estudo foi de 146, sendo 79 hospitais (Anexo 1), 26 instituições de ensino e pesquisa (Anexo 2) e 41 clínicas particulares, envolvendo cerca de 270 cirurgiões.

Para possibilitar o levantamento de dados sobre os 982 pacientes, foi elaborada uma planilha com os seguintes dados:

- Número de caso;
- Nome do cirurgião;
- Nome do paciente;
- Gênero do paciente;
- Idade do paciente;
- Região da lesão;
- Diagnóstico principal, aplicação ou indicação de uso do biomodelo;
- Instituição;
- Cidade;
- Estado;
- Data da solicitação;
- Indicação de retorno ou não dos procedimentos realizados pelo cirurgião.

A partir desta planilha geral, cujo sumário está apresentado no Anexo 3, foram extraídos os resultados que serão apresentados a seguir.

6.1 Evolução do Uso de Biomodelos

A evolução da confecção de biomodelos no projeto Promed pode ser observada na Figura 6.1, que apresenta o número de pacientes atendidos desde o ano 2000 até 2007, mostrando uma

projeção do número de atendimentos para o ano de 2008, a partir dos dados obtidos até 30 de setembro.

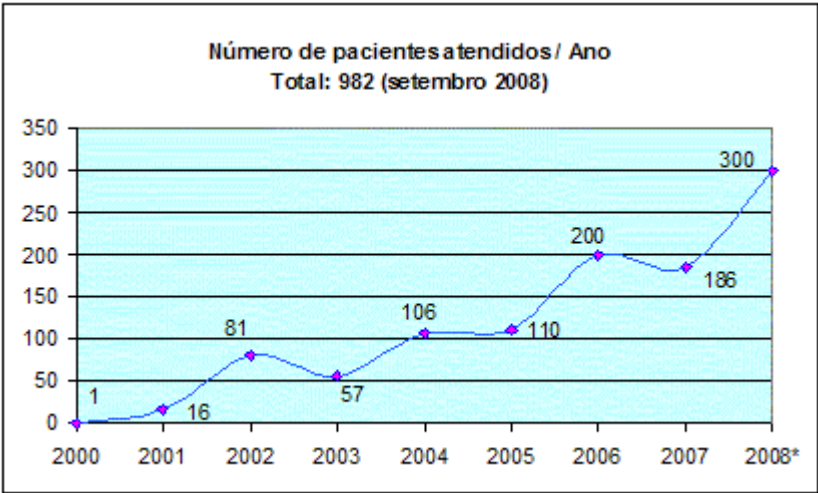


Figura 6.1 – Pacientes atendidos pelo projeto Promed de janeiro de 2000 até setembro de 2008.

Os dados indicaram uma tendência de aumento do número de pacientes atendidos a cada ano, apresentando uma forte correlação linear ($p=0,95$), de acordo com o coeficiente de Pearson. O ano de 2008 encerrou-se com um número de 270 casos atendidos, ficando abaixo do valor previsto de 300 casos. Houve uma diminuição contínua de casos por mês a partir de setembro, em função da crise financeira mundial que se refletiu em diversos ramos de atividade.

Tem sido observado na rotina do atendimento aos profissionais da saúde, que muitos cirurgiões buscam este serviço, para utilizá-lo pela primeira vez. Nota-se ainda que existe necessidade de maior divulgação da técnica, o que possibilitará uma expansão do uso dos biomodelos para planejamento cirúrgico.

6.2 Distribuição Regional dos Pacientes

A análise dos serviços de biomodelagem realizados pelo projeto Promed revelou que praticamente 75% destes foram originários da Região Sudeste. Como pode ser observado na Figura 6.2, o estado de São Paulo foi responsável por 60% de todos os casos atendidos, enquanto Minas Gerais veio em segundo lugar com 8% e Rio de Janeiro em terceiro com 7%. Distrito Federal com 6%, Rio Grande do Sul com 6% e Paraná com 4% também foram representativos.

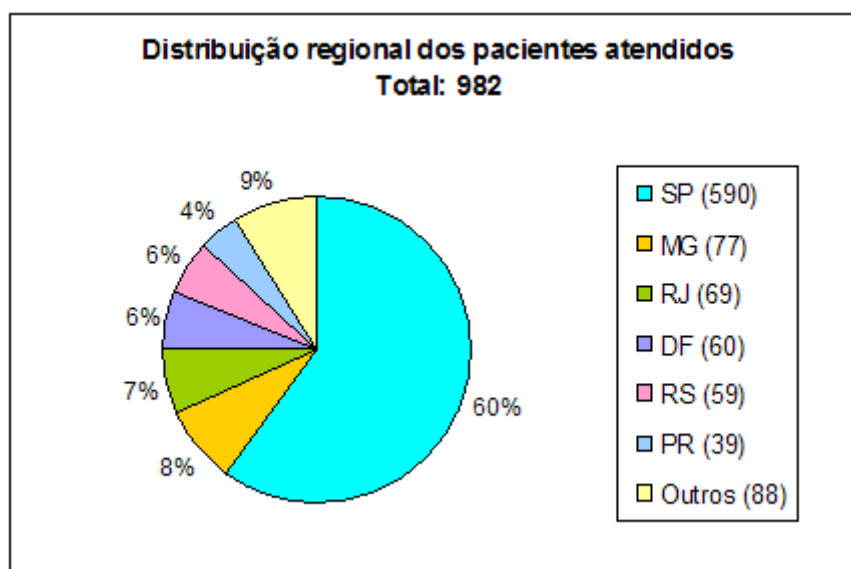


Figura 6.2 – Distribuição regional dos pacientes atendidos pelo projeto Promed.

Os outros locais atendidos contemplam principalmente estados do nordeste, com destaque para Pernambuco com 15 casos e Bahia com 11. No centro-oeste, destacam-se Goiás e Mato Grosso. Foram realizados ainda alguns serviços de biomodelagem para o Chile, Equador, Portugal e Suíça.

A Figura 6.3 apresenta a distribuição dos pacientes no estado de São Paulo. Observou-se que Campinas foi a cidade com o maior número de casos, com 39% do total do estado, seguido de perto pela capital com 33%. São Paulo tem apresentado ultimamente um maior aumento nas solicitações de serviços, principalmente pela grande demanda apresentada pelos hospitais públicos. Apesar da distribuição apresentada, é comum que muitos dos pacientes atendidos nos grandes centros e hospitais de referência sejam provenientes de outros estados, tendo buscado atendimento especializado fora do seu domicílio.

A cidade de Campinas foi responsável pelo maior número de pacientes no projeto Promed, respondendo por 23% do total geral. A localização de uma boa infra-estrutura no setor da saúde e a facilidade de acesso ao CTI, foram fatores decisivos para uma maior divulgação e interação com os cirurgiões que atuam na região.

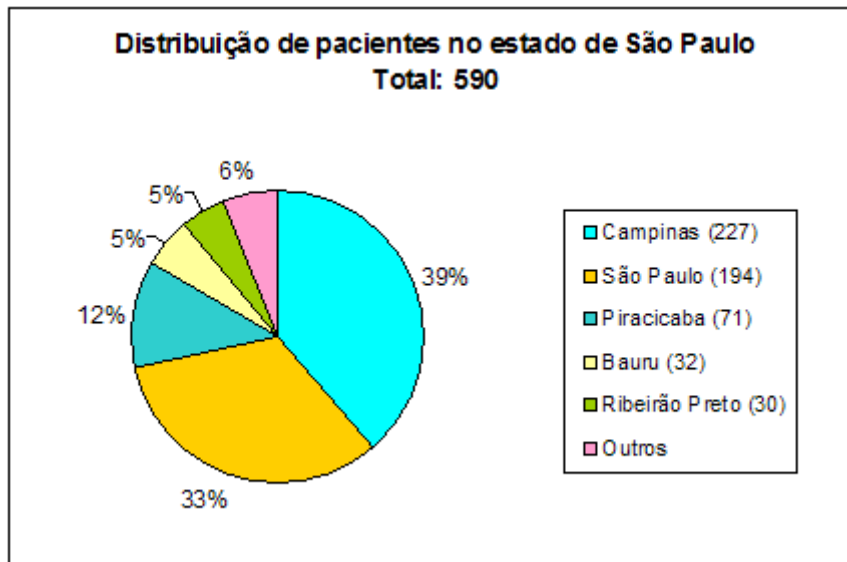


Figura 6.3 – Distribuição dos pacientes atendidos no estado de São Paulo.

6.3 Distribuição dos Pacientes por Faixa Etária e Gênero

A amostragem de 982 pacientes apresentou uma distribuição quase equitativa quanto ao número de homens que foram 511 (52%) e de mulheres que totalizaram 471 (48%). A idade foi informada para 781 pacientes, ou seja, para 79% do total. A idade média desta amostra foi de 36,8 anos. A distribuição do número de pacientes por faixa etária é apresentada na Figura 6.4.

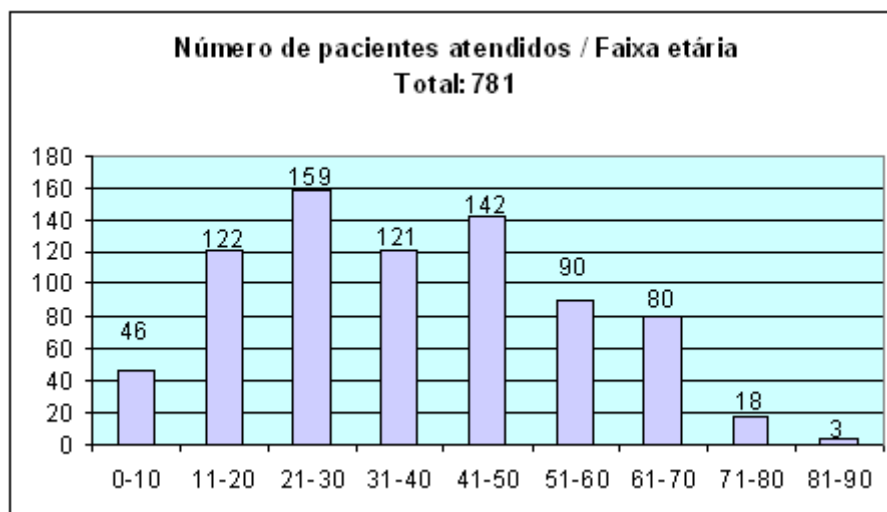


Figura 6.4 – Distribuição dos pacientes atendidos por faixa etária.

Observou-se um aumento no número de casos com o aumento da faixa etária para os três primeiros grupos e uma diminuição do número de casos a partir de 50 anos. Os dois maiores grupos são o de 21 a 30 anos e o de 41 a 50 anos. Os resultados mostraram que 81% dos pacientes encontram-se na faixa etária entre 11 e 60 anos. Este número situa-se dentro do grupo de 10 a 64 anos que, de acordo com o IBGE, é considerada a população em idade ativa. Em seguida são apresentados na Figura 6.5 estes mesmos dados, agora separando os pacientes por gênero.

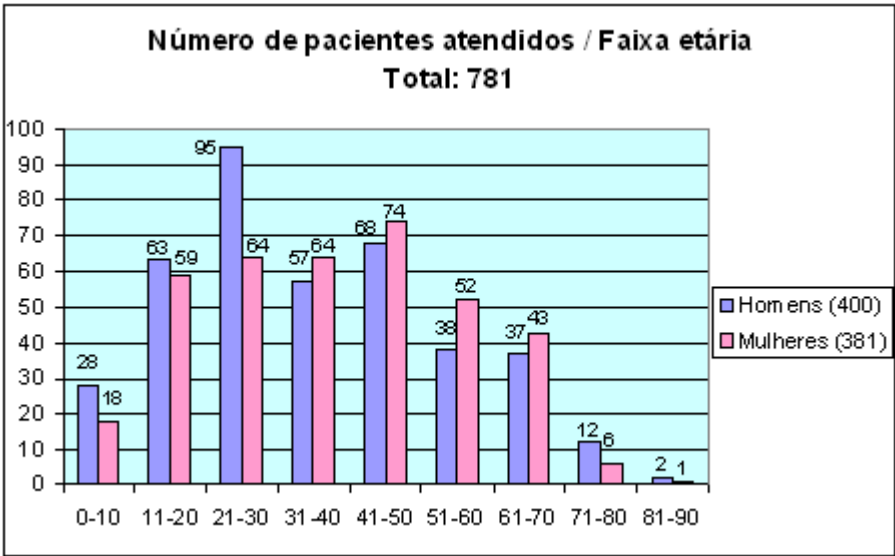


Figura 6.5 – Distribuição dos pacientes atendidos por faixa etária e gênero.

Os dados revelaram que para os três primeiros grupos etários (de 0 a 30 anos), o número de pacientes de gênero masculino foi superior ao do grupo feminino. Nas faixas etárias entre 31 a 70 anos ocorreu uma prevalência do grupo feminino. Os resultados mostraram que o maior grupo individual é o formado por pacientes do gênero masculino na faixa de 21 a 30 anos. Nesta faixa etária o grupo masculino é cerca de 50 % maior que o grupo feminino.

6.4 Regiões Anatômicas Reproduzidas pelos Biomodelos

Dos 982 casos analisados neste trabalho, 958 foram destinados ao planejamento cirúrgico em reconstruções craniofaciais, o que representou cerca de 98% do total de atendimentos. Os outros 24 casos foram respectivamente: onze relativos ao tronco, doze relativos aos membros superiores e inferiores e um caso misto de tronco e membros.

A fim de realizar uma classificação das regiões craniofaciais reproduzidas pelos biomodelos, foi utilizada uma aproximação da divisão da face em terços na posição horizontal, empregada no estudo de simetria facial. A Figura 6.6 ilustra esta divisão mostrando os três terços: superior, que vai da linha do cabelo até a glabella, terço médio que vai da glabella até a base nasal e terço inferior que vai da base nasal até o mento (Freitas, 2006).

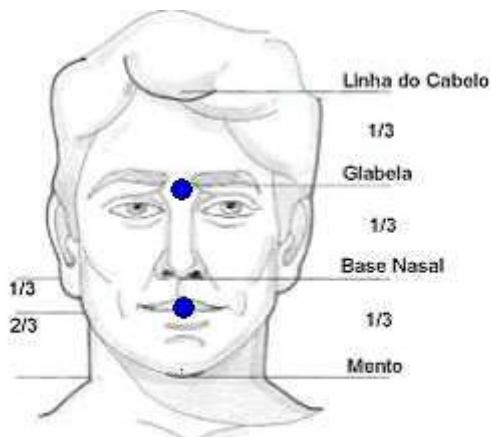


Figura 6.6 - Classificação da face em terços horizontais para estudo de simetria facial.

Neste trabalho, a divisão em terços da face foi um pouco modificada, considerando como terço médio a região entre os dois pequenos círculos azuis, ou seja incluindo toda a maxila. O terço inferior foi considerado a porção abaixo do ponto azul inferior. Considerou-se também que este terço inferior compreende toda a mandíbula, ainda que, na região dos côndilos, parte dela fique situada na região considerada como terço médio. Para o terço superior foi mantida a divisão convencional.

Com a finalidade de estudar quais foram as regiões anatômicas reproduzidas, os 958 casos foram divididos em: terços da face, calota craniana de uma forma geral, cabeça inteira ou região específica como articulação temporomandibular (ATM) e orelha. Os resultados desta classificação são apresentados na Figura 6.7.

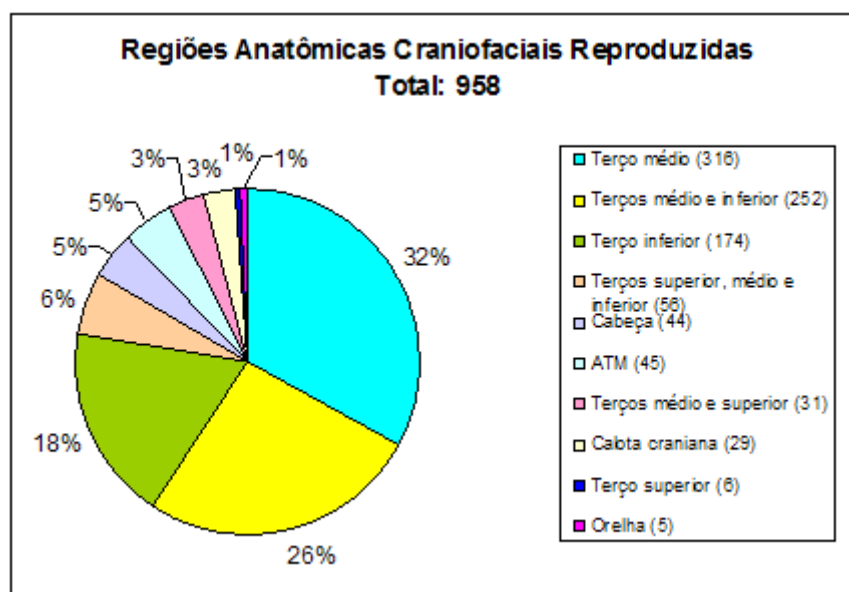


Figura 6.7 – Regiões anatômicas craniofaciais reproduzidas pelos biomodelos.

Como pode ser observado na Figura 6.7, 32% dos casos realizados são referentes a lesões localizadas no terço médio da face. A seguir, o segundo maior grupo com 26% dos casos abrange as lesões nos terços médio e inferior ao mesmo tempo. O terceiro grupo com 18% do total é o de lesões no terço inferior, ou seja, apenas na mandíbula. Verifica-se, através destes resultados, que 76% dos biomodelos confeccionados pelo Promed são relativos a lesões na região de terço médio e/ou terço inferior da face.

O quarto grupo compreende as lesões que envolveram os três terços ao mesmo tempo e representou 6% do total. Resultou ainda referente à região facial, 3% dos casos em terço superior e médio e mais 1% referente apenas ao terço superior. Estes valores somados aos 76% citados acima, indicam que 86% do total dos biomodelos confeccionados referem-se diretamente a lesões localizadas em um ou mais terços da face.

A região facial que abrange os terços médio e inferior possui estruturas complexas, responsáveis por funções e sentidos vitais, tais como visão, respiração, fala, mastigação, expressão facial, além de ser o principal canal de comunicação com o meio externo. Por isso, faz-se necessário manter a integridade das estruturas faciais como órbitas, proeminência da face, nariz, maxila e mandíbula, conforme citado no item 2.2. Os biomodelos obtidos por PR representam uma ferramenta auxiliar para o cirurgião, pois reproduzem estas estruturas,

auxiliando no diagnóstico, no planejamento e na simulação cirúrgica a fim obter um resultado funcional e estético otimizado.

As outras regiões reproduzidas foram: cabeça inteira com 5% do total, em geral referente ao tratamento de doenças congênitas que apresentavam deformidades craniofaciais; região da articulação temporomandibular (ATM) com 5%, abrangendo problemas de anquilose, fraturas e reabsorção da região do côndilo; calota craniana com 3%, em geral referente a falhas ósseas provocadas por traumas e finalmente cinco casos de reconstrução de orelha.

Estes resultados servem como indicativo para o pessoal envolvido, tanto na realização de exames tomográficos, dos serviços de biomodelagem e de confecção dos biomodelos por PR, da necessidade de um estudo detalhado da anatomia da região craniofacial, a fim de assegurar que as estruturas anatômicas sejam fielmente reproduzidas. Desta maneira, eventuais anormalidades que possam ter passado despercebidas nos exames anteriores, poderão ser identificadas nas etapas que envolvem a biomodelagem.

6.5 Aplicações Craniofaciais dos Biomodelos

Os resultados sobre os pacientes atendidos pela biomodelagem indicaram que 98% do total apresentaram lesões na região craniofacial. Com a finalidade de verificar que tipo de reconstrução indicou o uso desta técnica, foi realizada uma classificação destes 958 casos em dez grupos, que são apresentados a seguir:

- **Reabilitação Bucomaxilar:** para casos de planejamentos de implantes dentários, perda óssea e dentária, atrofia maxilar, atresia maxilar, etc.
- **Neoplasias e Displasias:** para casos de neoplasias benignas e malignas de diversos tipos como ameloblastoma, fibroma, mixoma, cisto odontogênico, ceratocisto e de displasias, hiperplasias etc.
- **Fraturas por Trauma:** fraturas decorrentes de acidentes de trânsito, de trabalho, provocados por projéteis de arma de fogo, agressão física, etc.
- **Desarmonias Faciais:** assimetria facial, cirurgia ortognática, deformidade facial, microsomia hemifacial, etc.
- **Patologias de ATM:** anquilose de ATM, disfunção de ATM, reabsorção condilar.

- **Causas Congênitas:** para casos de craniossinostose, fissura palatina, síndromes genéticas de Crouzon, Apert, Treacher-Collins, Binder, Gardner, etc.
- **Falhas Ósseas Cranianas:** casos decorrentes de traumas ou de lesões cerebrais.
- **Falhas Ósseas Faciais:** para falhas faciais sem identificação da causa.
- **Outras Causas:** causas como osteomielite e aneurisma cerebral.
- **Sem informação:** casos onde os diagnósticos ou os tratamentos não foram informados.

Os resultados desta classificação, que indicam quais foram as aplicações para os biomodelos confeccionados, são apresentados na Figura 6.8.

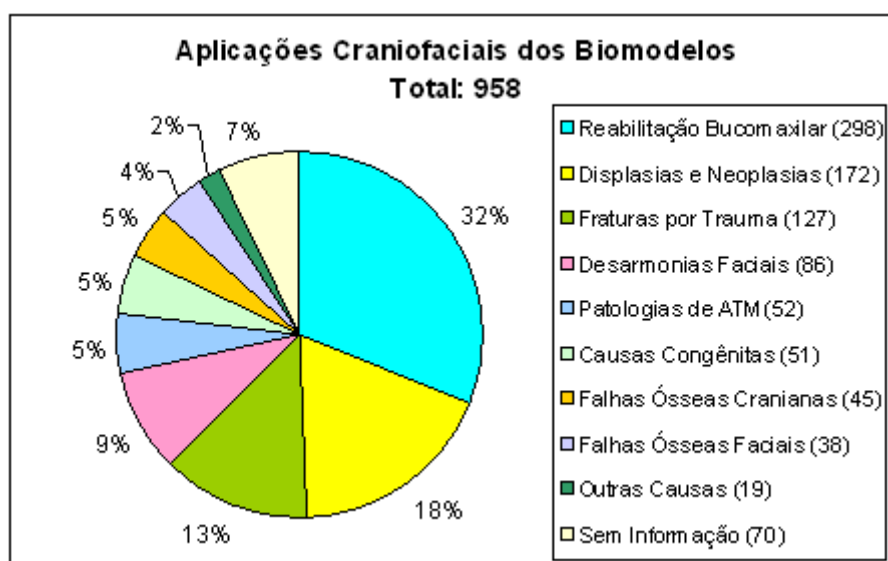


Figura 6.8 - Aplicações craniofaciais dos biomodelos.

De acordo com a classificação empregada para as aplicações craniofaciais, o maior grupo foi o de reabilitação bucomaxilar responsável por 32% do total desta amostragem. A segunda maior aplicação foi referente a neoplasias e displasias com 18%, seguido por fraturas por trauma com 13% do total de casos. As deformidades faciais representaram o quarto maior grupo com 9% do total, seguido por patologias de ATM com 5%. As falhas ósseas cranianas foram responsáveis por 5% do total, seguido por falhas ósseas faciais com 4%. Outras causas menos comuns representaram 2% do total. Para 7% dos pacientes, não havia registro das aplicações dos biomodelos.

6.5.1 Aplicações dos Biomodelos: Promed e Phidias

Um estudo sobre a validação do uso de biomodelos para planejamento cirúrgico, foi realizado dentro do projeto europeu Phidias (Phidias, 1998) e identificou as principais aplicações de uso desta técnica. Este projeto, sob a coordenação da empresa belga Materialise, foi iniciado em 1998 e encerrado no ano de 2002. Tinha como principal objetivo demonstrar o valor e a utilidade clínica dos modelos anatômicos obtidos por PR no planejamento, simulação e otimização das intervenções cirúrgicas complexas.

Através de um levantamento realizado entre os anos 1999 e 2002 com os cirurgiões participantes deste grupo na Europa, foram avaliados 253 pacientes, cujos planejamentos cirúrgicos foram realizados com biomodelos, obtidos por processo de SL (Erben, 2002). Os resultados referentes às aplicações dos biomodelos para este grupo de pacientes são apresentados na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 - Indicação de uso dos biomodelos de acordo com projeto Phidias (Erben, 2002).

Indicação de Uso de Biomodelo		
Implante Dentário	74	29%
Neoplasia	56	22%
Trauma	43	17%
Anomalias Congênicas	32	13%
Cirurgia Ortognática	18	7%
Implante Craniano	15	6%
Cirurgia Ortopédica	11	4%
Outros Diagnósticos	4	2%
Total	253	100%

Apesar das origens distintas das duas amostras (diferentes povos e realidades), foram observadas similaridades entre elas, que convém ressaltar. Os tipos de aplicações resultaram numa classificação de casos muito semelhante. Apesar da amostra do Promed ser

aproximadamente quatro vezes maior que a do Phidias, os três maiores grupos são praticamente os mesmos. A fim de comparar estes resultados, o gráfico comparativo da Figura 6.9 permite visualizar alguns pontos comuns.

Comparativo das aplicações dos biomodelos: Promed e Phidias

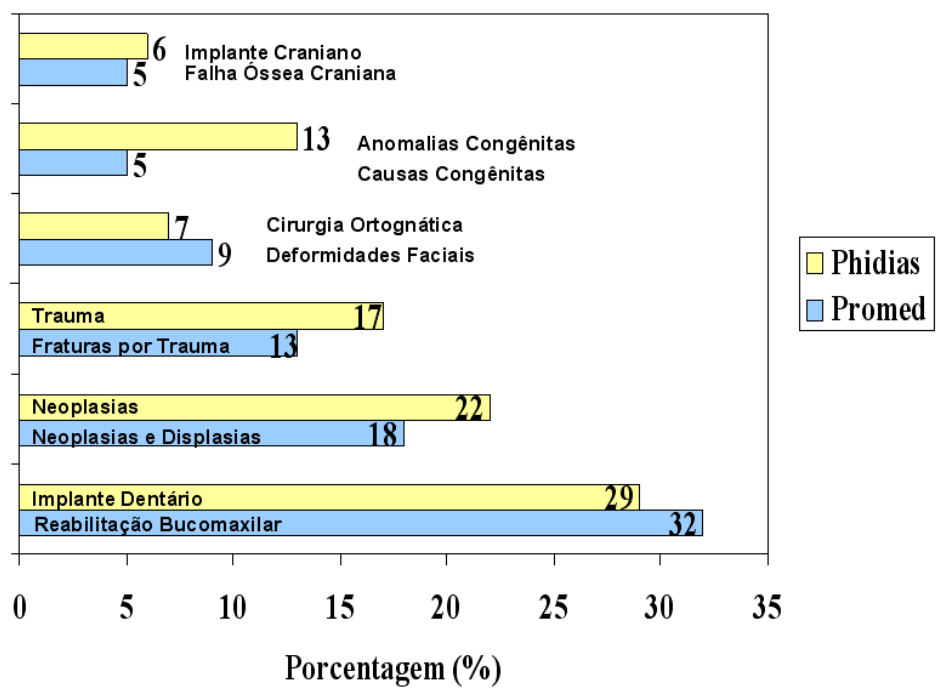


Figura 6.9 – Comparação entre as aplicações dos biomodelos nos projetos Promed e Phidias.

Nas duas amostras o maior grupo foi referente à reabilitação dentária. No projeto Phidias, foram considerados diretamente os implantes dentários com 29% do total. No Promed, apesar da quase totalidade dos 32% serem diretamente encaminhados para a colocação de implantes dentários, foram considerados casos de correção de perda óssea antes da colocação dos implantes. De qualquer forma, ainda considerando grupos com realidades distintas, os percentuais das duas amostras ficaram bastante próximos. Além disso, ficou evidente a importância da utilização dos biomodelos para planejamentos na implantodontia.

No segundo maior grupo houve também uma concordância entre as duas amostras. Enquanto no Phidias, 22% do total foram referentes a tratamentos de neoplasias, no Promed o grupo de neoplasias e displasias totalizou 18%. O terceiro maior grupo foi referente a traumas para ambas as amostras, representando 17% do total no Phidias e 13% no Promed.

As cirurgias ortognáticas totalizaram 7% no projeto Phidias. No Promed, estas aplicações foram incluídas em deformidades faciais que responderam por 9% do total de aplicações. Para as causas congênitas, os resultados para os dois projetos divergiram, pois enquanto no Phidias os resultados indicaram 13%, no Promed foram apenas 5%. Outro grupo com resultados semelhantes foi o de falhas ósseas cranianas, onde no Phidias o percentual das aplicações foi de 6% e no Promed foi de 5% do total.

6.5.2 Distribuição das Aplicações dos Biomodelos por Gênero

Com o objetivo de analisar a distribuição das aplicações craniofaciais por gênero, estes resultados são apresentados na Tabela 6.2 para os 958 pacientes.

Tabela 6.2 – Dados da distribuição das aplicações craniofaciais dos biomodelos por gênero.

Distribuição das Aplicações Craniofaciais por Gênero			
Total: 958			
	Masculino	Feminino	Total
Reabilitação Bucomaxilar	119	179	298
Neoplasias e Displasias	93	79	172
Fraturas	91	36	127
Desarmonias Faciais	42	44	86
Patologias de ATM	24	28	52
Causas Congênitas	27	24	51
Falhas Ósseas Cranianas	32	13	45
Falhas Ósseas Faciais	23	15	38
Outras Causas	10	9	19
Sem Informação	35	35	70
Total	496	462	958

Como pode ser observado, para as aplicações de reabilitação bucomaxilar, o grupo feminino foi uma vez e meia maior que grupo masculino, indicando provavelmente uma maior procura das mulheres por serviços de reabilitação dentária. Em neoplasias e displasias o grupo

masculino foi 17% maior que o grupo feminino. Nas aplicações de fraturas por trauma, os resultados mostraram que o grupo masculino supera o feminino em duas vezes e meia. Das causas informadas principalmente para o grupo masculino, destacam-se acidentes automobilísticos, motociclísticos e acidentes com arma de fogo.

Para as aplicações de desarmonias faciais, patologias de ATM e causas congênitas, as diferenças entre os grupos não são acentuadas. Para as falhas ósseas cranianas, ocorreu uma predominância do grupo masculino, similar a que foi observada anteriormente para fraturas, ou seja, duas vezes e meia maior. Novamente, muitas das falhas ósseas cranianas estavam relacionadas com acidentes de trânsito, principalmente para o grupo masculino. Ainda para falhas ósseas faciais, sem determinação da origem, o grupo masculino supera em uma vez e meia o grupo feminino.

Para o grupo de fraturas faciais, os dados do Promed foram comparados com um estudo realizado no Serviço de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial do Hospital São Lucas da PUCRS, entre 2000 e 2005 (Bezerra, 2006). No Promed, o grupo masculino foi responsável por 71% dos casos de fratura (para uma idade média de 35 anos, considerando os dois gêneros), enquanto a amostra da PUCRS apresentou 76,6% (para uma idade média de 30 anos). Estes dados indicam que existe, para este tipo de tratamento, uma correspondência entre dados hospitalares e a procura dos serviços de biomodelagem.

6.5.3 Distribuição das Aplicações dos Biomodelos por Faixa Etária

Os dados das aplicações craniofaciais são apresentados a seguir (Tabela 6.3) com relação à faixa etária dos pacientes. De um total de 958 pacientes que demandaram reconstruções craniofaciais, a idade foi informada para 760 deles.

Observa-se que para reabilitação bucomaxilar, 71% dos casos estavam na faixa entre 41 e 70 anos. Para neoplasias e displasias, 70% dos pacientes pertenciam a uma faixa mais larga entre 11 e 50 anos. Para casos de fratura por trauma 78% do total estavam na faixa entre 21 e 50 anos. Nas desarmonias faciais 84% dos pacientes estavam entre 11 e 40 anos. Para os grupos de

patologias de ATM e causas congênitas, observou-se que a busca do tratamento ocorreu em faixas etárias mais baixas, de 0 a 30 anos.

Tabela 6.3 - Dados da distribuição das aplicações dos biomodelos por faixa etária.

Distribuição das Aplicações Craniofaciais por Faixa Etária										
Total: 760										
Faixa etária	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	Total
Reabilitação Bucomaxilar	---	6	21	21	56	47	41	10	1	203
Neoplasias e Displasias	4	25	26	24	30	16	19	4	1	149
Fraturas	1	11	34	25	26	8	3	1	---	109
Desarmonias Faciais	5	19	27	14	3	2	1	---	---	71
Patologias de ATM	9	13	12	6	4	2	1	---	---	47
Causas Congênitas	16	16	8	4	1	1	---	---	---	46
Falhas Ósseas Cranianas	3	6	14	7	3	2	2	---	---	37
Falhas Ósseas Faciais	---	5	5	9	4	1	5	2	1	32
Outras Causas	---	5	2	1	3	7	1	---	---	19
Sem Informação	4	10	7	6	9	4	6	1	---	47
Total	42	116	156	117	139	90	79	18	3	760

6.6 Resultados sobre os Biomateriais Utilizados – Casos Promed

Desde o início do projeto Promed, foi solicitado aos cirurgiões que requisitaram os serviços de biomodelagem, um breve relato sobre planejamento e procedimento cirúrgico, biomateriais utilizados na reconstrução e resultados obtidos. Como o número de retornos cirúrgicos foi pequeno, não foi possível fazer um levantamento abrangente dos biomateriais utilizados, como estava previsto para este trabalho.

Dos relatos cirúrgicos recebidos, verificou-se que os biomateriais de reconstrução mais utilizados foram principalmente: titânio e ligas, osso autógeno para enxertos, polimetilmetacrilato e polietileno poroso. Foram utilizados ainda: liga de cobalto-cromo, cimento de fosfato de cálcio, composto ósseo de rícinus e silicone para próteses externas.

Titânio e ligas foram utilizados em parafusos de diversos tipos e tamanhos, placas e miniplacas, telas e malhas. A principal aplicação individual do titânio foi o implante dentário. O titânio foi empregado em placas, junto com enxerto ósseo em reconstruções de mandíbula; em placas para fixação de fraturas e osteotomias; telas e malhas para reconstruções de assoalho de órbita.

O enxerto ósseo autógeno foi originário principalmente da crista ilíaca, da fíbula, da costela e costondral. O enxerto foi utilizado na forma de blocos esculpidos, retalho vascularizado ou osso particulado. Foi empregado em reconstruções de maxila atrófica e de ressecções ósseas devido a neoplasias, além de outras falhas na mandíbula.

O material mais utilizado para realizar os procedimentos de cranioplastia foi o polimetilmetacrilato (PMMA). Foram confeccionados moldes da prótese por processo de PR, para possibilitar a conformação do PMMA no formato exato da lesão. Os resultados obtidos por este processo indireto de confecção foram considerados excelentes, muito superiores aos processos manuais, que ainda são utilizados em cranioplastias. PMMA foi ainda utilizado na confecção de próteses de mandíbula em conjunto com placas de titânio ou outro material de reforço.

O polietileno poroso foi utilizado em reconstruções de preenchimento facial, para correções estéticas em terço médio (órbita e osso zigomático) e na região do mento. De uma maneira geral, os biomateriais utilizados nas reconstruções auxiliadas por biomodelos, foram os mesmos utilizados nas cirurgias convencionais e apresentados no item 2.4. A vantagem dos casos aqui considerados, foi a possibilidade de realizar adaptação, conformação e moldagem destes biomateriais nos biomodelos, na etapa de planejamento e simulação cirúrgica. Isto proporcionou mais segurança ao cirurgião, procedimentos mais precisos, rápidos, com melhores resultados estéticos e funcionais. (Ver exemplos no Capítulo 7).

Em conversas com os cirurgiões participantes deste estudo, foram relatadas dificuldades na realização de algumas reconstruções craniofaciais, principalmente as de grande extensão. Existem restrições na obtenção de quantidade suficiente de enxerto ósseo ou de alguns biomateriais sintéticos devido ao seu custo elevado. Biomateriais de desenvolvimento mais recente, como o PEEK (poli-éter-éter-cetona), os polímeros reabsorvíveis PLLA poli (L-ácido

lático) e PGA (ácido poliglicólico), cimentos de fosfato de cálcio são em geral importados e pouco acessíveis na rotina dos cirurgiões.

A necessidade de realizar reconstruções craniofaciais, por vezes bastante complexas e com poucos recursos tem levado os cirurgiões a buscarem soluções originais, criativas e de baixo custo. Idealizar e construir as próteses, trabalhando em conjunto com profissionais da área de biomateriais e da modelagem médica tem fornecido soluções eficientes para determinados casos. A utilização da biomodelagem tem auxiliado na busca destas soluções, principalmente na criação dos modelos das próteses. As técnicas de PR têm facilitado a confecção destas próteses de forma direta ou indireta.

Capítulo 7

Exemplos de Casos de Cirurgias Craniofaciais Auxiliadas por Prototipagem Rápida

Desde a confecção do primeiro biomodelo para planejamento cirúrgico no ano 2000 até setembro de 2008, foram atendidos 982 pacientes no CTI, conforme citado. Avalia-se que, para preencher as necessidades de cada caso, aproximadamente 3000 modelos tenham sido confeccionados, incluindo: os biomodelos com a lesão, biomodelos espelhados, guias cirúrgicos, modelos de próteses e moldes para preparação das próteses definitivas.

Para os casos atendidos, principalmente aqueles enviados por hospitais públicos, foi solicitada ao cirurgião responsável, uma avaliação do uso dos biomodelos para o planejamento cirúrgico. Inicialmente esta avaliação foi realizada através de um questionário e documentação fotográfica. Uma parte destes resultados foi apresentada previamente em teses (Meurer, 2002), (Prado, 2005), (Santa Bárbara, 2006), (Oliveira, 2008) e artigos (Hanson, 2001), (Rosa, 2004), (Sannomiya, 2006), (Gouveia, 2006), (Faber, 2006) e (Steck, 2007).

Informações sobre a qualidade do biomodelo quanto à reprodutibilidade da anatomia, precisão, facilidade de realizar osteotomias e adaptar parafusos e viabilidade de esterilização foram solicitadas aos cirurgiões, a fim de orientar a realização de outros trabalhos. Além disso, foi pedido um retorno quanto aos resultados cirúrgicos alcançados, decorrentes da utilização dos biomodelos. O número de respostas recebidas foi considerado baixo, representando aproximadamente 10% do total de casos realizados. Ainda assim, estes retornos foram muito valiosos, pois serviram para validar o alcance da técnica de utilização da PR em diversos tipos de

reconstrução cirúrgica, além de servir de aprendizagem para a equipe do Promed. Atualmente este retorno continua a ser solicitado, através do preenchimento de um relatório cirúrgico.

Com o objetivo de ilustrar algumas possibilidades de aplicação do uso dos biomodelos no planejamento cirúrgico, são apresentados a seguir 22 casos, selecionados entre os retornos recebidos dos cirurgiões. Os exemplos foram divididos em sete grupos, de acordo com a classificação empregada no item 6.5, para as aplicações craniofaciais dos biomodelos.

7.1 Reabilitação Bucomaxilar

O maior grupo foi o de reabilitação bucomaxilar, responsável por 32% das aplicações. Seguem-se três exemplos: implantodontia mandibular com cirurgia guiada, enxerto ósseo com implante zigomático e enxerto ósseo para correção de atrofia maxilar.

7.1.1 Implantodontia - Cirurgia guiada

Escola Paulista de Medicina – UNIFESP, São Paulo - Dr. Giovanni di Giacomo

Paciente do gênero feminino, 56 anos, edêntula inferior. O processo de planejamento dos implantes dentários iniciou-se com a confecção de guia radiográfica, que continha as informações necessárias para a reabilitação da área edêntula. O guia radiográfico, confeccionado com base em uma moldagem anterior da região edêntula, foi colocado em posição para a realização do exame tomográfico (Ver Figura 7.1).



Figura 7.1 – Dentes mandibulares e guia radiográfico.

O guia radiográfico foi confeccionado com uma mistura de 90% de resina acrílica e 10% de sulfato de bário (em peso). As imagens tomográficas em formato DICOM foram gravadas e

modeladas no software ImplantViewer, específico para o planejamento de implantes. Desta maneira, o cirurgião ciente das informações tanto da anatomia da região que receberá os implantes, como da prótese proposta, pode planejar um guia cirúrgico para orientá-lo na colocação precisa dos implantes (Di Giacomo, 2007).

Através dos cortes axiais originais, o software utiliza algoritmos e possibilita a visualização de cortes paraxiais, sagitais e coronais. Podem ser criados modelos tridimensionais e cortes coronais panorâmicos. Entre as ferramentas disponíveis, destaca-se a que permite selecionar implantes por comprimento e diâmetro e posicioná-los virtualmente na posição adequada. Desta maneira, um guia cirúrgico virtual que neste caso é do tipo dento-muco-suportado, pode ser gerado e confeccionado posteriormente por PR.

O guia cirúrgico foi confeccionado por processo SLS, recebendo posteriormente a inserção dos cilindros metálicos, que servem de guias para as brocas de perfuração durante a instalação dos implantes (Ver Figura 7.2). A metodologia aqui aplicada para a colocação de implantes, permite a realização de uma cirurgia com alto grau de precisão e consequentemente a obtenção de uma prótese definitiva com melhores características funcionais e estéticas

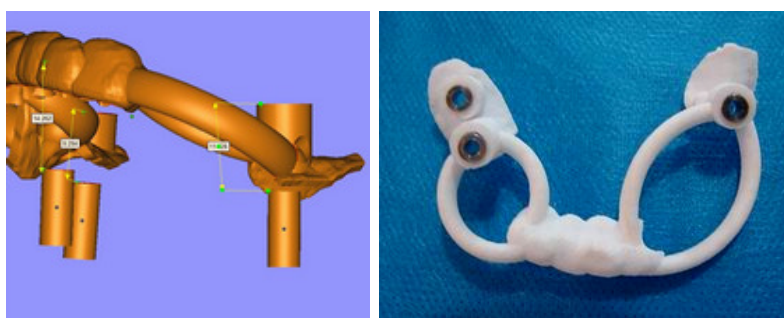


Figura 7.2 - Guia cirúrgico virtual e biomodelo do guia com os cilindros metálicos para perfuração.

O guia foi utilizado na cirurgia para demarcar o tecido gengival que foi removido. Com o guia na posição foram realizadas as perfurações. Em seguida, o guia foi retirado e os três implantes foram instalados com a imediata fixação dos cicatrizadores. Estas etapas são apresentadas na Figura 7.3, que ilustra também o aspecto final desta reabilitação bucal.



Figura 7.3 – Utilização do guia cirúrgico no momento da fresagem, após a fixação dos cicatrizadores nos implantes já instalados e aspecto final da reabilitação bucal.

De acordo com o Dr. Giovanni, a utilização do guia cirúrgico para perfuração trans-mucosa propiciou a agilização da cirurgia, pois este sistema definiu o posicionamento, inclinação e profundidade dos implantes. O tempo cirúrgico foi sensivelmente reduzido. Além disso, esta abordagem proporcionou um acesso cirúrgico minimamente invasivo, o que causou menor desconforto ao paciente e facilitou sua recuperação.

7.1.2 Enxerto ósseo e implante zigomático

Hospital Salvador, Salvador - BA – Dr. Bruno Cantharino

Paciente do gênero masculino, 53 anos, apresentando falha óssea de hemimaxila, decorrente de uma neoplasia. Para este paciente, o biomodelo foi utilizado para o planejamento de enxerto ósseo e colocação de um implante zigomático, para futura reabilitação dentária. Foi confeccionado um biomodelo por processo 3DP, sendo empregado para estudar a posição, ângulo e profundidade de colocação do implante zigomático (Ver Figura 7.4).



Figura 7.4 – Planejamento cirúrgico: implante zigomático para reabilitação protética em hemimaxila com extensa falha óssea.

Foi realizado o enxerto ósseo em hemimaxila à direita, com osso autógeno de crista ilíaca. A fixação do enxerto foi realizada com tela e parafusos de titânio. Foi instalado um implante zigomático, de acordo com o planejamento realizado no biomodelo. Imagens do intra-operatório e da radiografia panorâmica de controle são apresentadas na Figura 7.5. De acordo com o Dr. Bruno, o paciente deverá aguardar o período de maturação do enxerto e osseointegração do implante, para que seja realizada a reabilitação dentária.

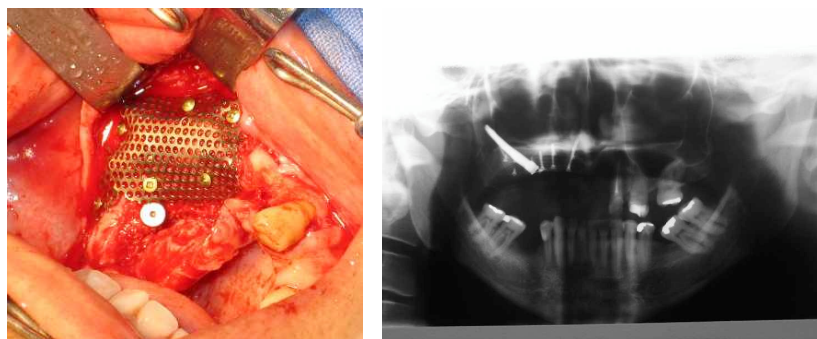


Figura 7.5 – Intra-operatório e radiografia panorâmica de controle pós-operatório.

7.1.3 Enxerto ósseo para correção de atrofia maxilar

Hospital de Base, Brasília –DF – Dr. César Oleskovicz

Paciente do gênero feminino, sem informação de idade, edêntula superior, apresentando atrofia maxilar severa. Com a finalidade de realizar a reabilitação oral através da colocação de implantes, foi realizada inicialmente uma cirurgia de levantamento de seio maxilar. Para tal procedimento, foi empregado enxerto ósseo autógeno de crista ilíaca. Parte desta porção foi esculpida para ser adaptada no rebordo alveolar da maxila (Ver Figura 7.6).

O biomodelo da maxila confeccionado por processo SLS, permitiu planejar a adaptação do enxerto ósseo e a sua fixação à maxila do paciente. Na Figura 7.7, pode ser observado o resultado deste planejamento, onde o enxerto foi fixado ao biomodelo com miniparafusos de titânio.

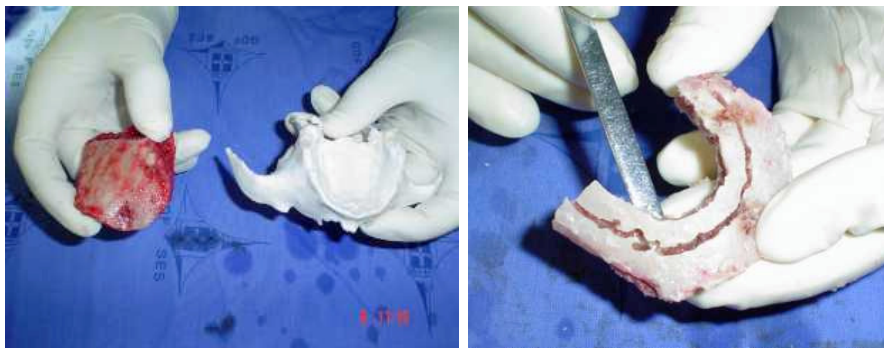


Figura 7.6 – Enxerto ósseo de crista ilíaca, esculpido de acordo com o biomodelo para reconstrução de maxila atrófica.



Figura 7.7 – Adaptação prévia do enxerto ósseo ao biomodelo antes da reconstrução da maxila atrófica.

7.2 Neoplasias e Displasias

O segundo maior grupo foi o de neoplasias e displasias com 18% das aplicações. Seguem-se seis exemplos: neoplasia de mandíbula de pequena extensão, de média extensão, prótese total de mandíbula – PMMA e titânio, prótese total de mandíbula – PMMA, hidroxiapatita e fibra de carbono, prótese externa na região de órbita e hiperplasia condilar.

7.2.1 Neoplasia de mandíbula de pequena extensão

Faculdade de Odontologia da Unicamp, Piracicaba - SP - Dr. Márcio de Moraes

Paciente do gênero masculino, 56 anos, com neoplasia de mandíbula de pequena extensão. Imagens do biomodelo virtual, do biomodelo confeccionado por processo SLS e da etapa de adaptação da placa reconstrutiva a ser empregada na cirurgia são apresentados na Figura 7.8.



Figura 7.8 – Modelo virtual, biomodelo físico e adaptação da placa reconstrutiva para paciente com neoplasia de mandíbula.

O procedimento cirúrgico proposto foi a ressecção parcial do corpo mandibular esquerdo, onde havia a lesão. A reconstrução foi realizada através de: enxerto ósseo autólogo de crista ilíaca, placa reconstrutiva pré-moldada de titânio e parafusos de titânio. A cirurgia apresentou bons resultados, que estão ilustrados na Figura 7.9, onde pode-se observar as radiografias panorâmicas pós-operatórias, inclusive após a instalação dos implantes para a reabilitação.

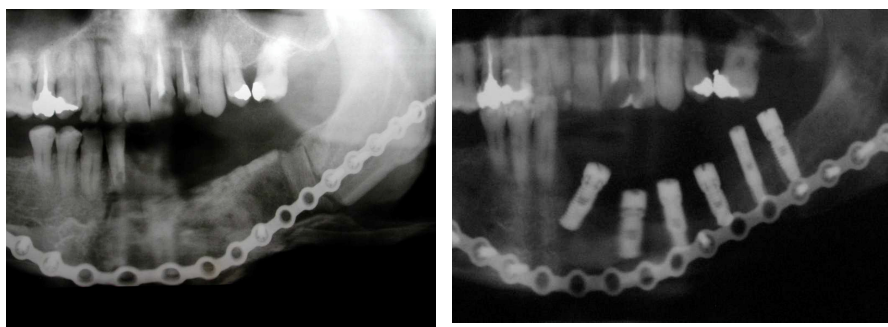


Figura 7.9 – Radiografias panorâmicas: pós-operatória e após a instalação dos implantes.

7.2.2 Neoplasia de mandíbula de média extensão

Hospital Geral Roberto Santos, Salvador - BA - Dr. Arlei Cerqueira

Paciente do sexo masculino, 80 anos, com ameloblastoma em mandíbula à esquerda, acometendo corpo e ramo mandibular, com comprometimento da articulação temporomandibular do mesmo lado. Foram confeccionados dois biomodelos por processo 3DP: um da mandíbula com a lesão para orientar a ressecção da neoplasia e outro com espelhamento do lado sadio, para orientar a confecção protética (Ver Figura 7.10).

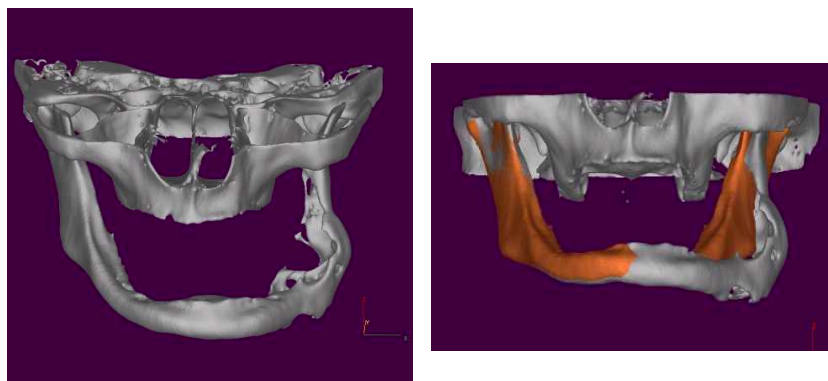


Figura 7.10 – Modelo virtual da lesão mandibular e espelhamento do lado sadio.

A confecção da prótese foi realizada a partir de uma moldagem com silicone da região condilar, como pode ser verificado na Figura 7.11. A prótese final (Figura 7.12) foi obtida a partir da moldagem de uma placa de titânio e da conformação do PMMA com o molde de silicone, para formar parte do contorno mandibular. O procedimento cirúrgico para este paciente consistiu de ressecção de hemimandíbula e colocação da prótese confeccionada conforme descrito.



Figura 7.11 – Etapas de confecção da prótese por moldagem a partir do biomodelo espelhado.



Figura 7.12 – Obtenção da prótese de PMMA e placa de titânio para reconstrução mandibular.

7.2.3 Prótese total de mandíbula – PMMA e titânio

Hospital da Restauração, Recife - PE – Dr. Auremir Rocha Melo.

Paciente do gênero feminino, 33 anos, com diagnóstico de fibroma ossificante de mandíbula. As imagens do modelo virtual obtido são mostradas na Figura 7.13. O biomodelo foi construído pelo processo 3DP, mas a sua confecção apresentou algumas dificuldades. Como a estrutura da mandíbula apresentava porções muito porosas e finas, o resultado foi um biomodelo bastante frágil (ver Figura 7.14).

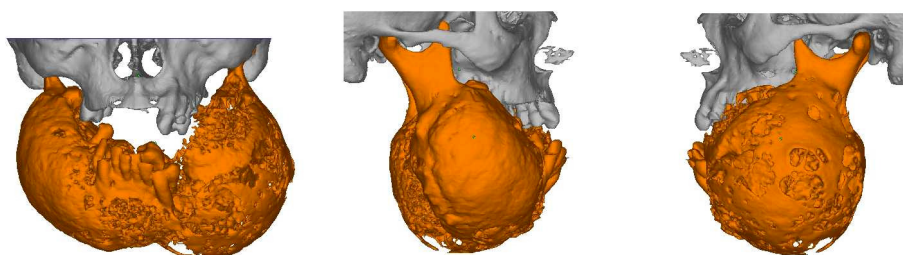


Figura 7.13 – Imagens do modelo virtual de mandíbula com neoplasia de grande extensão.



Figura 7.14– Biomodelo de mandíbula com neoplasia de grande extensão.

O tratamento de eleição para esta paciente foi o cirúrgico. Envolveu a ressecção total da mandíbula ou mandibulectomia total. Foi confeccionada uma prótese, constituída de duas hemimandíbulas de PMMA, através de processo de moldagem. Estas hemimandíbulas foram fixadas na região do mento por placas e parafusos de titânio como pode ser observado na Figura 7.15.



Figura 7.15– Prótese de PMMA e detalhe da cirurgia mostrando a fixação com placas de titânio.

7.2.4 Prótese total de mandíbula – PMMA, hidroxiapatita e fibra de carbono

Hospital Santa Teresa, Petrópolis - RJ – Dr. Edeldo dos Santos Antunes.

Paciente do gênero feminino, 68 anos, com diagnóstico de ameloblastoma de mandíbula. Para esta paciente, o tratamento indicado foi o cirúrgico, através da ressecção total da mandíbula e da reabilitação através da confecção de uma prótese total de mandíbula.

O projeto da prótese mandibular foi realizado, empregando o arquivo CAD de uma outra mandíbula sadia, que foi adaptada para esta paciente. Este projeto está ilustrado na Figura 7.16, que mostra em amarelo a mandíbula lesionada e em azul, uma mandíbula sadia que foi sobreposta e adaptada à anatomia da paciente, definindo o projeto para a confecção de uma prótese total de mandíbula.

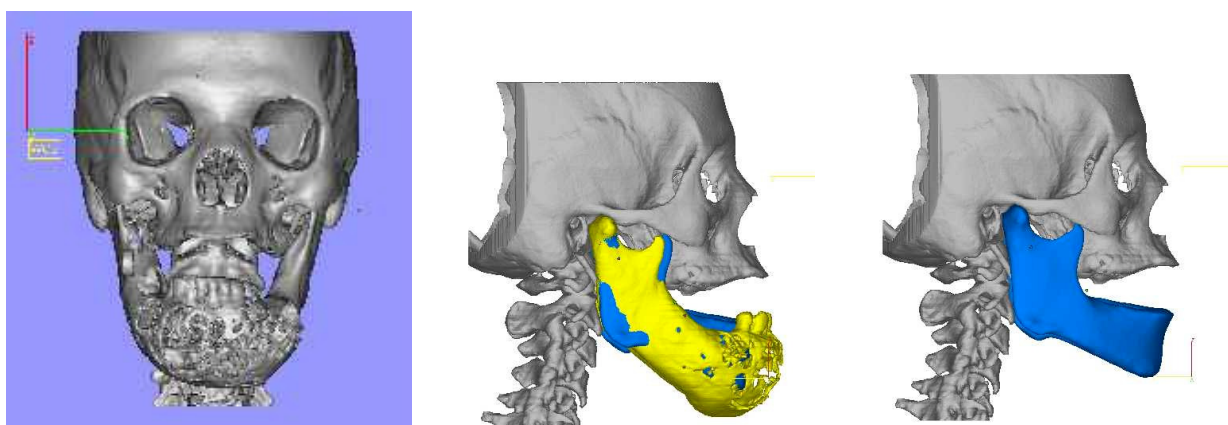


Figura 7.16– Modelo virtual e planejamento de prótese total de mandíbula para paciente com neoplasia de grande extensão .

A prótese total de mandíbula foi projetada para ser confeccionada basicamente de dois materiais: um núcleo interno de reforço para promover a resistência mecânica da peça e um material externo para dar a forma anatômica da mandíbula. Imagens do projeto da prótese total e do biomodelo confeccionado por processo FDM são apresentados na Figura 7.17.

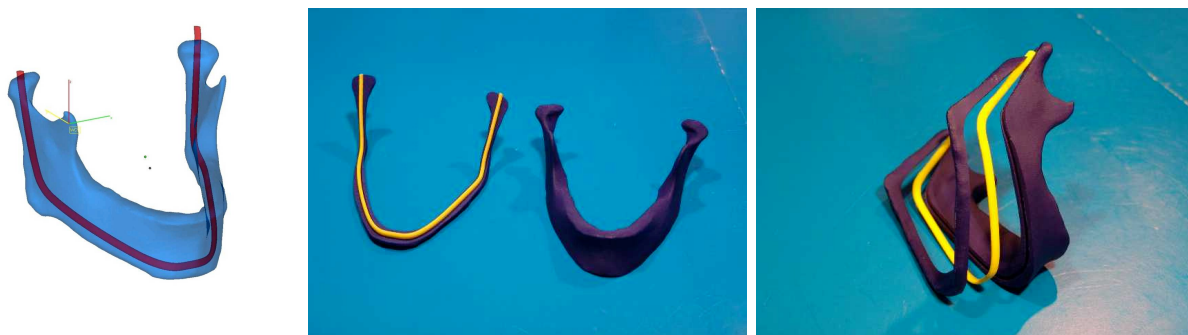


Figura 7.17– Biomodelos virtual e físico de prótese total de mandíbula com núcleo de reforço.

A primeira etapa de confecção da prótese total envolveu a produção de um molde de silicone, confeccionado a partir do biomodelo. No interior deste molde, foi posicionado e fixado um núcleo de fibra de carbono, com ajuda de pinos posicionadores. Em seguida, utilizou-se uma mistura de PMMA e hidroxiapatita que foi vertida dentro do molde, para a formação de uma camada superficial mista e porosa. A última etapa foi a introdução no molde, do PMMA puro, ainda fluido, visando a formação de uma estrutura densa deste polímero.



Figura 7.18– Aspecto final da prótese total de mandíbula de PMMA, hidroxiapatita e núcleo de fibra de carbono.

Desta maneira, foi obtida uma prótese com boa resistência mecânica e superfície bioativa, que promove uma boa aderência dos tecidos adjacentes. O resultado deste processo pode ser

observado na Figura 7.18, que mostra o aspecto final da prótese com núcleo de fibra de carbono, corpo de PMMA denso e superfície de PMMA poroso impregnado com hidroxiapatita. O processo de confecção da prótese (Sousa, 2009) e (Antunes, 2009) foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar, no Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da USP de São Carlos, tendo resultado num pedido de patente. A cirurgia de ressecção da mandíbula e colocação da prótese total foi realizada com sucesso, com boa adaptação da paciente.

7.2.5 Prótese externa na região da órbita

Hospital do Câncer, São Paulo – Dr. Reinaldo B. Dias, Dr. Eduardo K. Sannomiya.

Paciente do gênero masculino, sem informação de idade, com defeito facial à direita, devido à remoção de neoplasia de grande extensão, que envolveu remoção de tecido mole, parte óssea e globo ocular. Para este paciente foi realizada uma modelagem de tecido mole e através do espelhamento do lado sadio, foi projetada uma prótese facial. Um biomodelo da prótese foi confeccionado por processo SLS, sendo utilizado para orientar a confecção da prótese definitiva (Ver Figura 7.19).

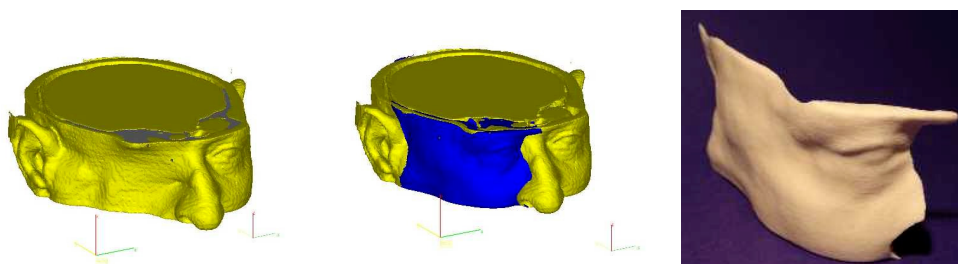


Figura 7.19 - Imagens do modelo virtual do paciente com sequela em hemiface à direita, com espelhamento do lado sadio e biomodelo da prótese.

A prótese externa foi confeccionada em silicone, recebeu uma coloração próxima do tom da pele do paciente, implante de globo ocular e cabelos do próprio paciente para simular barba, sobrancelha e cílios. Os resultados obtidos são ilustrados na Figura 7.20.



Figura 7.20 – Região facial acometida por defeito extenso, acabamento da prótese externa e resultado final da adaptação da prótese no paciente.

7.2.6 Hiperplasia condilar

Faculdade de Odontologia da Unicamp, Piracicaba - SP - Dr. Greison Rabelo de Oliveira

Paciente do gênero masculino, 35 anos, com hiperplasia de côndilo mandibular esquerdo e consequente assimetria facial acentuada. Foi confeccionado um biomodelo pelo processo 3DP para planejamento cirúrgico corretivo (Figura 7.21).



Figura 7.21 – Biomodelo para paciente com acentuada hiperplasia condilar.

O tratamento proposto para este paciente foi inicialmente realizado no biomodelo e consistiu de ressecção cirúrgica do côndilo esquerdo e a realização de duas osteotomias: uma

coronal, no lado esquerdo e outra sagital, no lado direito. Estas etapas estão ilustradas na Figura 7.22.



Figura 7.22 – Realização das osteotomias no biomodelo para correção de hiperplasia condilar.

O final do planejamento foi realizado através das fixações ósseas utilizando placas e parafusos de titânio. O resultado deste planejamento está apresentado na Figura 7.23 e permite prever a extensa e significativa correção a ser realizada na cirurgia, principalmente quando comparada com a situação anterior (Figura 7.21). O procedimento cirúrgico foi realizado de acordo com o planejamento efetuado no biomodelo, alcançando bons resultados funcionais e estéticos (Figura 7.24).



Figura 7.23 – Etapa final de planejamento da cirurgia corretiva de hiperplasia condilar.

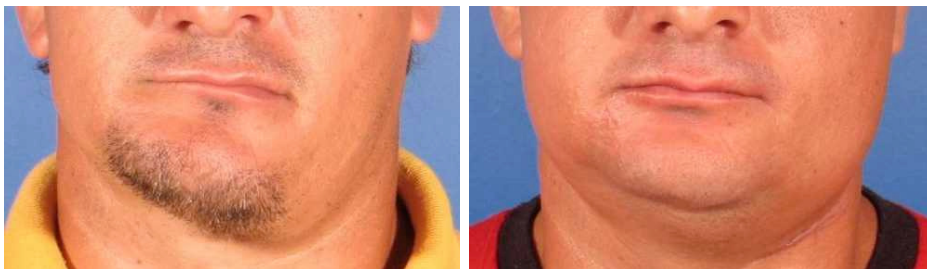


Figura 7.24 – Aspecto da hiperplasia condilar no pré e pós-operatório.

7.3 Fraturas por Trauma

O terceiro grupo foi responsável por 13% das aplicações. Seguem-se quatro exemplos: fraturas múltiplas de face, fraturas de terço médio, fratura de mandíbula e reconstrução de assoalho de órbita.

7.3.1 Fraturas múltiplas de face

Hospital de Base, Brasília – DF – Dr. César Oleskovicz

Paciente de gênero masculino, sem informação de idade, vítima de espancamento, com múltiplas fraturas de face, com indicação cirúrgica para redução e fixação das fraturas faciais (Figura 7.25).



Figura 7.25– Biomodelo com múltiplas fraturas faciais.

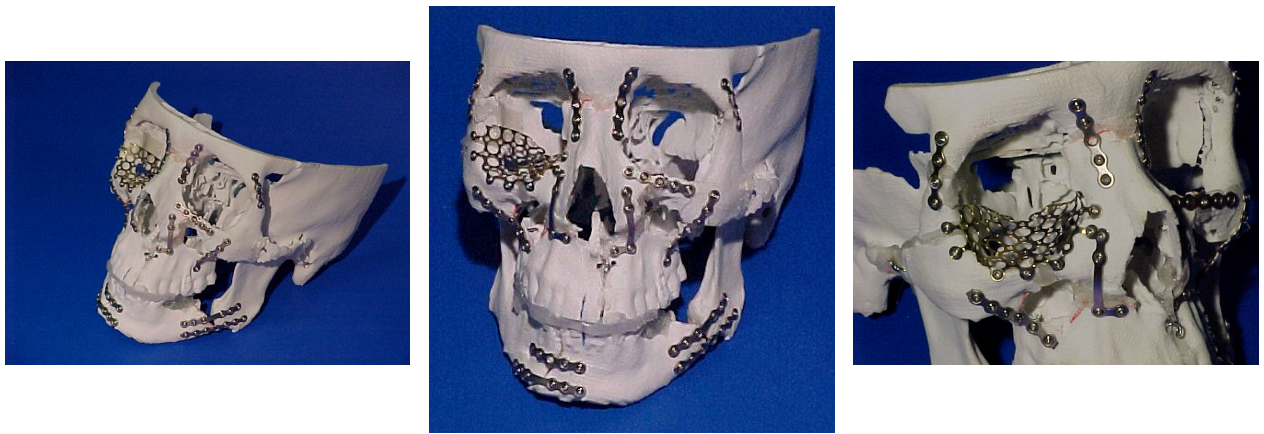


Figura 7.26 – Planejamento de reconstrução para paciente com múltiplas fraturas faciais.

O biomodelo confeccionado por processo SLS foi utilizado para fazer o planejamento cirúrgico. Esta etapa está ilustrada na Figura 7.26, onde se observa a seleção e adaptação das placas e parafusos de titânio, para redução e fixação das fraturas faciais. Na reconstrução do assoalho de órbita do lado direito foi utilizada uma tela de titânio. De acordo com o cirurgião, após o planejamento, optou-se por realizar o procedimento corretivo em dois tempos cirúrgicos, devido à grande extensão das lesões e ao risco e desconforto para o paciente.

7.3.2 Fraturas de terço médio

Hospital de Base, Brasília – DF – Dr. César Oleskovicz

Paciente de gênero masculino, sem informação de idade, vítima de projétil de arma de fogo, com indicação de cirurgia reconstrutiva da região do terço médio da face à esquerda, acometendo parte da maxila, osso zigomático e assoalho de órbita.

O biomodelo obtido por processo SLS, permitiu planejar todas as etapas da cirurgia. Na primeira etapa do planejamento, foi realizada uma modelagem manual de cimento acrílico sobre o biomodelo, para reconstruir parte da maxila e osso zigomático (Figura 7.27). Na segunda etapa, foi utilizada uma tela de titânio moldada, para reconstruir o assoalho de órbita. Todas as fixações foram realizadas com parafusos de titânio. A Figura 7.28 apresenta etapas do planejamento de reconstrução do assoalho de órbita e o aspecto final do planejamento cirúrgico realizado no biomodelo.

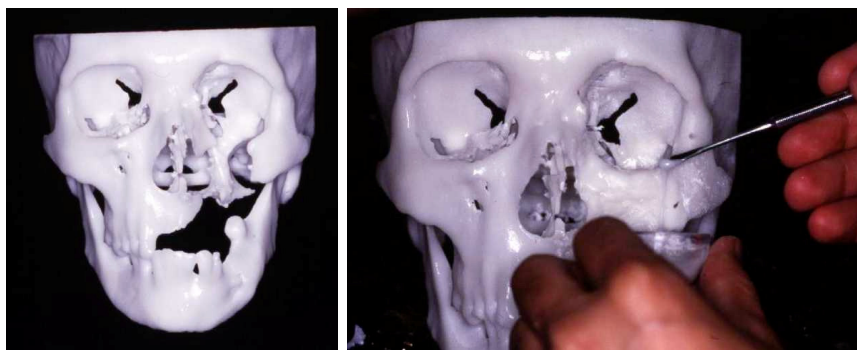


Figura 7.27 – Biomodelo com fraturas de terço médio e modelagem manual de cimento acrílico.

De acordo com o cirurgião, o planejamento e a confecção das próteses foram bastante precisos, não havendo necessidade de nenhum ajuste adicional durante a cirurgia.



Figura 7.28 – Reconstrução do assoalho de órbita e aspecto final do planejamento no biomodelo.

7.3.3 Fratura de mandíbula

Hospital do Servidor Público em São Paulo (IAMSPE) – Dr. Fernando Delijaicov

Paciente do gênero masculino, 46 anos, apresentando fratura cominutiva do corpo mandibular esquerdo, causada por projétil de arma de fogo. A Figura 7.29 mostra o modelo virtual do paciente e os biomodelos confeccionados por processo 3DP: da região lesada e do espelhamento do lado sadio para orientar a correção da fratura.

A simulação cirúrgica e estabilização da fratura com placa reconstrutiva e parafusos de titânio são ilustradas na Figura 7.30. Foi devolvido ao paciente o contorno mandibular e a possibilidade de reabilitação protética. De acordo com o cirurgião, a PR tem facilitado e

otimizado o diagnóstico e planejamento cirúrgico no tratamento das fraturas complexas da face, levando a melhores resultados em todos os aspectos.



Figura 7.29 – Modelo virtual, biomodelo de mandíbula com fratura e biomodelo espelhado.



Figura 7.30 - Simulação cirúrgica com template e adaptação da placa de reconstrução no trans-operatório.

7.3.4 Reconstrução de assoalho de órbita

Hospital Geral de Vila Penteado, São Paulo – Dr. Mário César P. Brinhole

Paciente do gênero masculino, 24 anos, apresentando sequelas de fratura na região do terço médio. O modelo virtual e o biomodelo físico, confeccionado por processo 3DP, estão ilustrados na Figura 7.31.

O biomodelo foi utilizado para orientar a confecção e adaptação da prótese de assoalho de órbita como pode ser observado na Figura 7.32. Para isso, foram utilizadas duas lâminas de polietileno poroso, reforçadas com uma tela de titânio. Foi implantado também um bloco de

polietileno poroso com o formato da eminência do osso zigomático, para se obter um melhor resultado estético desta região. Foram utilizados parafusos de titânio para fixação.

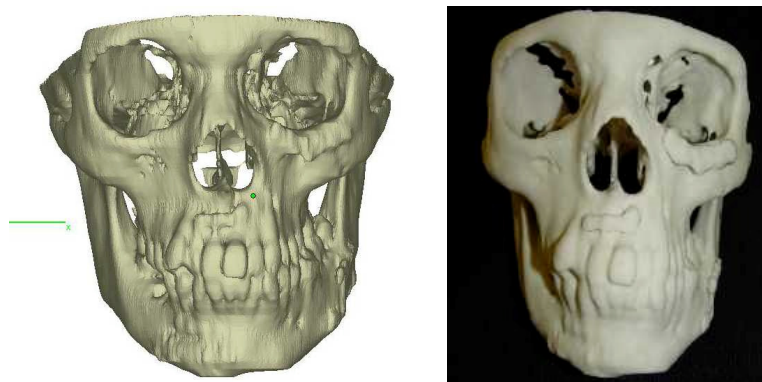


Figura 7.31 – Biomodelos virtual e físico para reconstrução de assoalho de órbita.

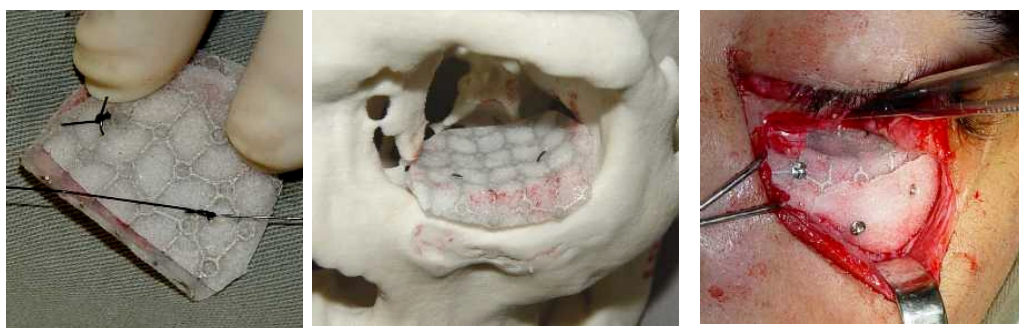


Figura 7.32 – Planejamento cirúrgico de reconstrução de assoalho de órbita e trans-operatório.

7.4 Deformidades Faciais

O quarto grupo respondeu por 9% das aplicações. Seguem-se dois exemplos: cirurgia ortognática bimaxilar e deformidade classe III esquelética.

7.4.1 Cirurgia ortognática bimaxilar

Hospital Universitário da USP, São Paulo – Dr. Henrique Camargo Bauer

Paciente do gênero masculino, 25 anos, apresentando deformidade dentofacial e grande assimetria facial. O biomodelo foi utilizado para planejar a cirurgia de ambos os maxilares (superior e inferior), a fim de restaurar a oclusão dentária e corrigir a assimetria facial. Durante

este planejamento, optou-se por osteotomia sagital bilateral de mandíbula e esteotomia Le Fort I de maxila, que foram fixadas com miniplacas e miniparafusos de titânio (Ver Figura 7.33 e Figura 7.34). Além disso, para corrigir a assimetria da região do mento, foi adaptada uma prótese de polietileno poroso, como mostrado na Figura 7.34.

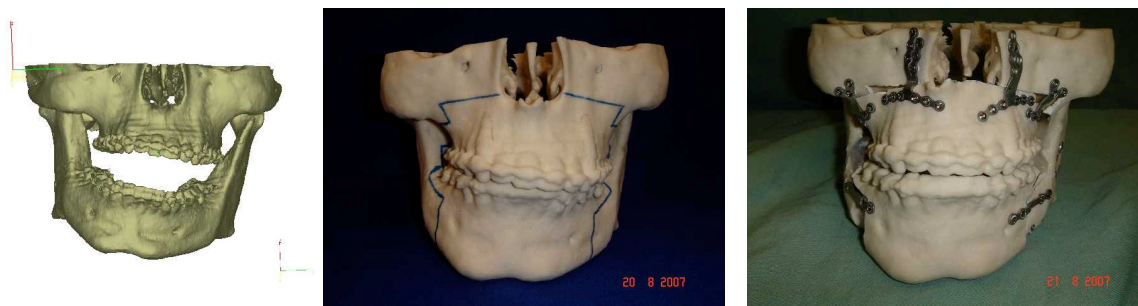


Figura 7.33 – Paciente com grave assimetria facial e etapas do planejamento de cirurgia ortognática bimaxilar.

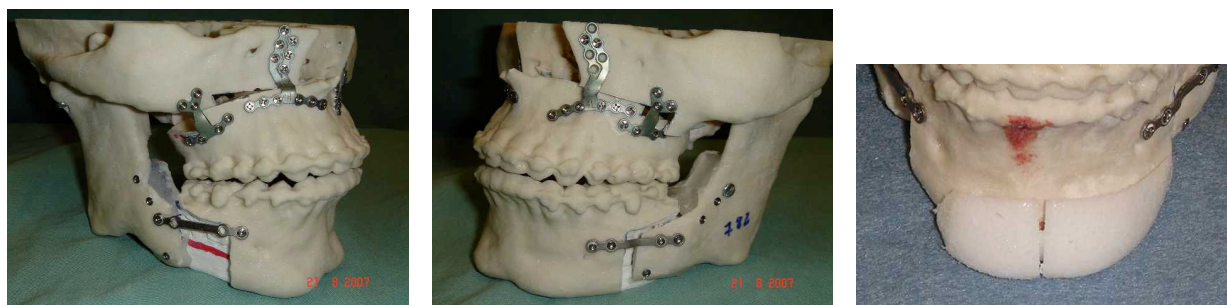


Figura 7.34 – Detalhes do planejamento de cirurgia ortognática bimaxilar.

Segundo o cirurgião responsável, o procedimento cirúrgico transcorreu de acordo com o planejamento realizado no biomodelo, alcançando um resultado excelente, o qual dificilmente seria possível sem todas as simulações e adaptações realizadas previamente.

7.4.2 Deformidade classe III esquelética

Faculdade de Odontologia da Unicamp, Piracicaba - SP - Dr. Alexander Tadeu Sverzut

Paciente do gênero masculino, 22 anos, apresentando deformidade classe III esquelética, ou seja, paciente prognata devido a uma retrusão de maxila. Como o prognatismo era discreto,

concluiu-se que a cirurgia ortognática de avanço de maxila não era indicada. Além disso, o paciente apresentava uma deficiência óssea na região do zigoma. Imagens dos biomodelos virtual e físico são apresentadas na Figura 7.35.

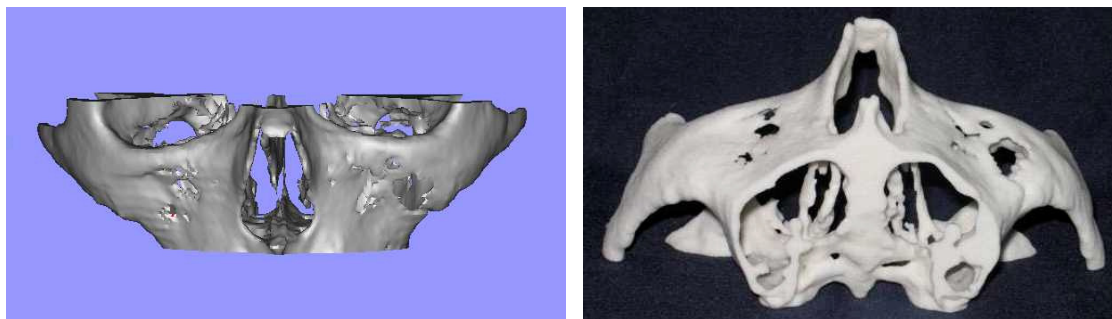


Figura 7.35 – Biomodelos virtual e físico para paciente com deformidade classe III esquelética.

O biomodelo, confeccionado pelo processo 3DP, foi utilizado para planejar a instalação de um implante pré-moldado de polietileno poroso no zigoma, a fim de corrigir a deficiência óssea. Este planejamento indicou a localização adequada dos dois implantes, garantindo que eles fossem instalados simetricamente. Etapas do planejamento e trans-operatório são apresentados na Figura 7.36.

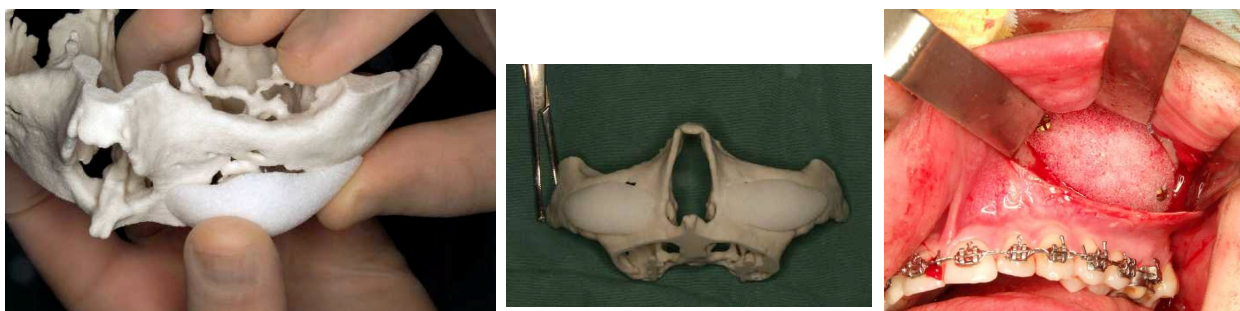


Figura 7.36 – Adaptação dos implantes de polietileno poroso no biomodelo e trans-operatório.

7.5 Patologias de ATM

O quinto grupo respondeu por 5% das aplicações. Seguem-se dois exemplos: anquilose da região temporomandibular esquerda e anquilose de ATM bilateral.

7.5.1 Anquilose da região temporomandibular esquerda

Hospital Universitário Osvaldo Cruz, Recife - PE – Dr. André Vajgel Fernandes

Paciente do gênero masculino, 8 anos, apresentando anquilose da articulação temporomandibular esquerda. A Figura 7.37 apresenta imagens do modelo virtual expandido, da região da lesão e do biomodelo confeccionado por processo 3DP.

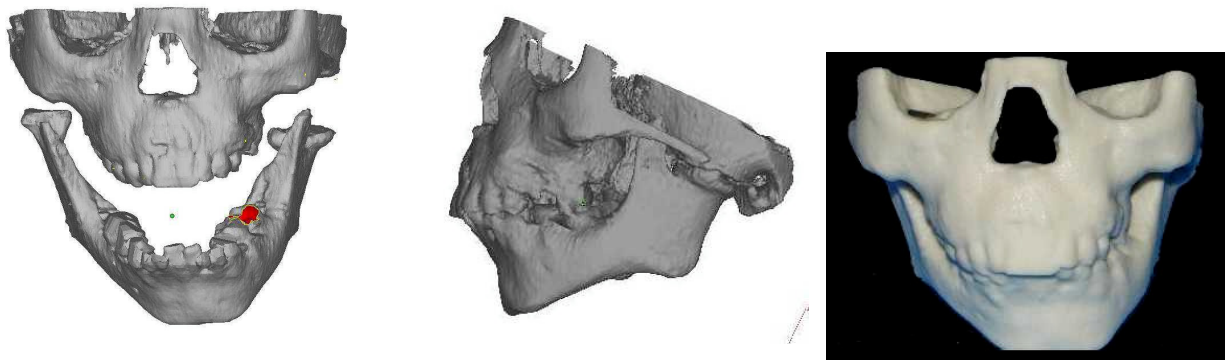


Figura 7.37 – Biomodelos virtual e físico de paciente com anquilose lateral esquerda.

O biomodelo foi utilizado para confecção de um guia cirúrgico que permitiu mensurar a profundidade das brocas no momento da osteotomia. Além disso, orientou a definição do tamanho e forma do enxerto costochondral (relativo à costela e sua cartilagem), que foi utilizado na reconstrução da articulação.



Figura 7.38 – Preparação de guia cirúrgico para osteotomia na articulação temporomandibular.

7.5.2 Anquilose de ATM bilateral

Hospital do Servidor Público Estadual (IAMSPE), São Paulo – Dr. Leandro Stocco Baccarin, Dr. José Roberto Barone, Dr. Júlio Barone.

Paciente do gênero feminino, 16 anos, foi encaminhada ao serviço de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial do hospital pela primeira vez em 1998, após ter sofrido queda de uma laje de 3 metros, o que causou fratura bilateral de côndilo. Após uma série de intervenções insatisfatórias, incluindo uma cirurgia de remoção de área anquilótica e indicações de tratamentos que não foram seguidos, a paciente retornou ao serviço médico em 2007. As queixas apresentadas eram as mesmas já relatadas nos atendimentos anteriores: limitação de abertura bucal (6 mm no último exame), dificuldade de oclusão e sintomatologia dolorosa na região da articulação temporomandibular.

O exame de tomografia computadorizada apresentou uma imagem sugestiva de recidiva de anquilose das ATMs. A anquilose se caracteriza pela diminuição ou pela impossibilidade de movimentação de uma articulação. O estudo do caso pela equipe bucomaxilofacial indicou, como melhor procedimento para esta paciente, a substituição das massas anquilóticas por próteses totais articulares.

Para realizar este planejamento cirúrgico, foi solicitada a confecção do biomodelo para estudo das osteotomias e adaptação das peças protéticas. A Figura 7.39 mostra imagens dos biomodelos virtual e físico (obtido por processo de FDM).



Figura 7.39 – Biomodelos virtual e físico para paciente com anquilose de ATM bilateral.

O planejamento incluiu a realização das osteotomias e a preparação da região de adaptação das próteses (Ver Figura 7.40).

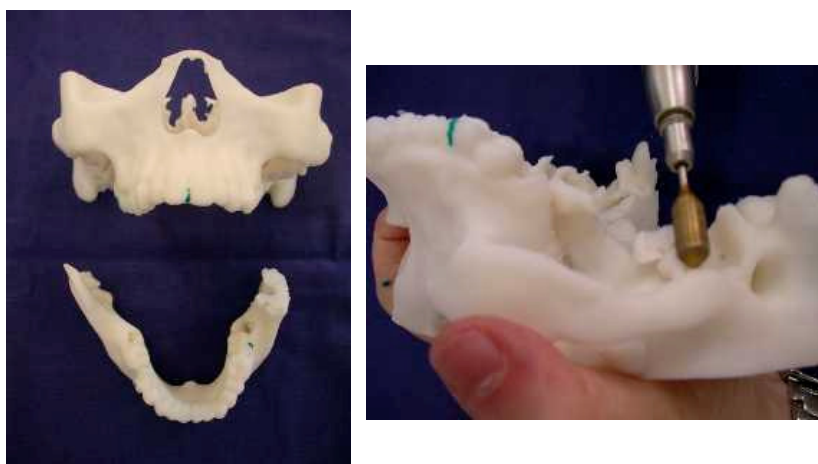


Figura 7.40 – Etapas de corte e desbaste do biomodelo durante o planejamento cirúrgico.

A prótese total de ATM utilizada neste caso compõe-se basicamente de duas partes: uma que compreende o ramo e côndilo mandibular (porção mandibular) e outra a cavidade glenóide (porção articular). A prótese empregada (marca W.Lorenz) é constituída pelos seguintes biomateriais: titânio no ramo mandibular, liga de Co-Cr-Mo na cabeça de mandíbula e PEUAPM - polietileno de ultra alto peso molecular, na cavidade glenóide (da marca W.Lorenz).

A Figura 7.41 ilustra a seleção das próteses que serão empregadas, bem como a fixação destas no biomodelo, utilizando parafusos de titânio. Nesta simulação foram utilizados *templates*, que são réplicas das próteses a serem implantadas, utilizadas apenas para planejamento.



Figura 7.41 – Adaptação dos templates da prótese total de ATM no biomodelo.

Na cirurgia, foi realizada inicialmente a remoção da massa anquilosada e em seguida a instalação das duas próteses totais articulares. No pós-operatório imediato, a paciente apresentou abertura bucal de 50 mm (Ver Figura 7.42), tendo sido encaminhada para fisioterapia e posterior acompanhamento pelo serviço do hospital.



Figura 7.42 – Abertura bucal pré e pós-operatória imediata e tardia.

7.6 Causas Congênicas

O sexto grupo respondeu por 5% das aplicações. Segue-se um exemplo de síndrome de Crouzon.

7.6.1 Síndrome de Crouzon

Sobrapar, Campinas - SP – Dr. Cássio Eduardo Raposo do Amaral

Paciente do gênero masculino, 8 anos, com diagnóstico de síndrome de Crouzon. Esta anomalia congênita caracteriza-se por apresentar deformidades cranianas, alterações nos ossos da face e exoftalmia. A cirurgia neste caso foi indicada para reduzir as pressões cranianas e corrigir as deformidades faciais.

O biomodelo confeccionado por processo 3DP foi utilizado para planejar as osteotomias (Figura 7.43). O paciente foi submetido à cirurgia de avanço frontofacial em monobloco, considerado um procedimento cirúrgico de alta complexidade. Foi instalado um distrator ósseo para promover o avanço da face em 1 mm por dia. Os resultados alcançados para este paciente foram considerados excelentes, ocorrendo uma significativa alteração da sua estética facial.

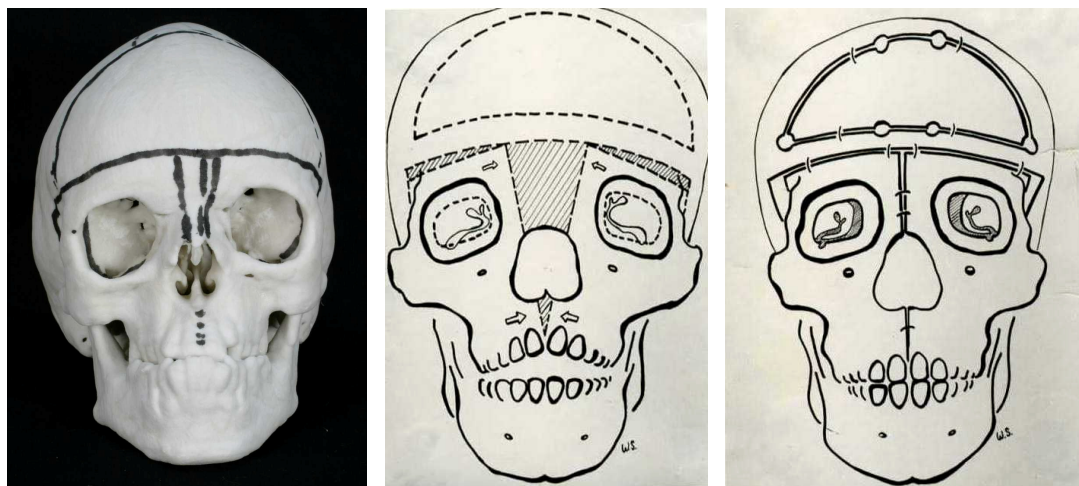


Figura 7.43 – Planejamento cirúrgico para paciente com síndrome de Crouzon.

7.7 Falhas Ósseas Cranianas

O sétimo grupo respondeu por 5% das aplicações. Seguem-se quatro exemplos: cranioplastia de média extensão, de grande extensão, prótese craniana expansível para paciente jovem e prótese craniana volumétrica.

7.7.1 Cranioplastia de média extensão

Hospital Metodista, São Paulo – Dr. Eduardo K. Sannomiya.

Paciente do sexo masculino, sem informação de idade, vítima de politraumatismo craniano. Foi submetido a uma craniotomia descompressiva. Para realizar a cranioplastia, foram confeccionados os biomodelos da porção da calota craniana lesionada, da prótese a ser implantada e do molde para confecção da prótese em PMMA. Estes biomodelos foram confeccionados por processo SLS. A Figura 7.44 apresenta imagens dos biomodelos virtual e físico.

A prótese de PMMA confeccionada incorporou três miniplacas de titânio para auxiliar na sua fixação ao crânio. A Figura 7.45 apresenta imagens da prótese obtida e etapa final do planejamento cirúrgico com a fixação da prótese. A cirurgia ocorreu conforme planejado, com uma perfeita adaptação da prótese ao crânio do paciente.

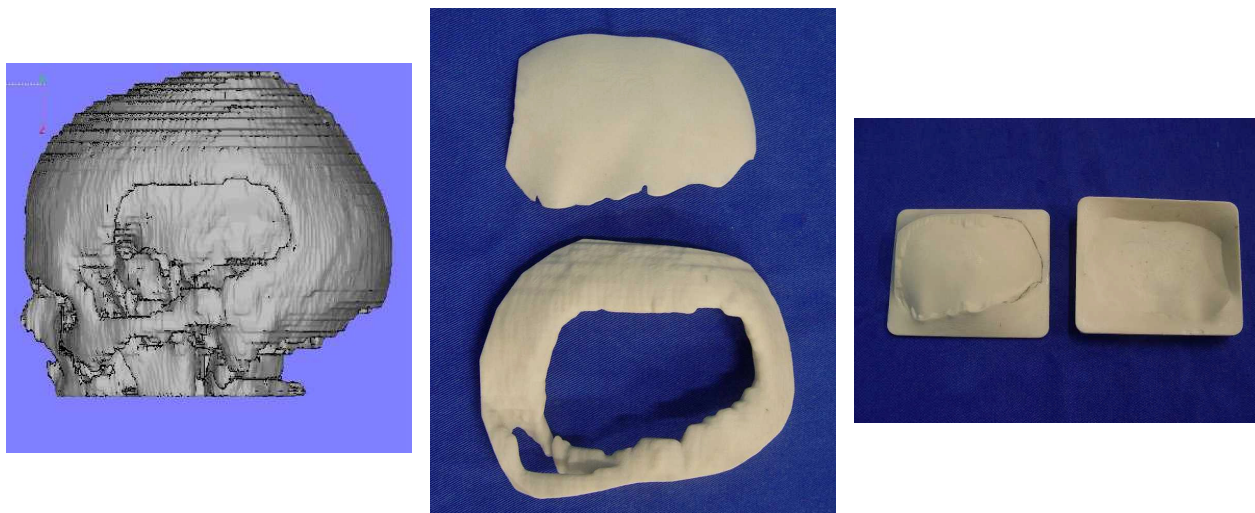


Figura 7.44 – Biomodelo virtual e biomodelos da prótese, da lesão e do molde para PMMA.



Figura 7.45 – Prótese de PMMA e adaptação no biomodelo para cranioplastia de média extensão

7.7.2 Cranioplastia de grande extensão

Hospital Santa Teresa, Petrópolis-RJ – Dr. Edeldo dos Santos Antunes

Paciente do gênero feminino, 27 anos, submetida a uma craniotomia descompressiva, em virtude de um acidente vascular cerebral. Durante este procedimento, a calota craniana foi removida e alojada no abdômen da paciente, para a realização de um posterior reimplante. Este enxerto precisou ser desprezado devido a uma complicação pós-operatória (infecção).

Em decorrência destes fatos, a paciente apresentava extensa falha óssea craniana fronto-temporo-parietal, necessitando de uma prótese para proteção do encéfalo e para reconstrução óssea estética. Foram confeccionados dois biomodelos: um da calota craniana lesionada, por

processo 3DP e um biomodelo da prótese, por processo SLS. A Figura 7.46 apresenta imagens dos biomodelos, mostrando a perfeita adaptação do modelo protético ao craniano.



Figura 7.46 – Planejamento de cranioplastia para paciente com extensa falha craniana.

Com auxílio do modelo da prótese, foi obtido um molde de silicone, para ser utilizado na moldagem da prótese definitiva. Esta foi confeccionada com o biomaterial COR - Composto Ósseo de Rícinos. De acordo com o cirurgião, houve um excelente encaixe da prótese assim confeccionada ao crânio da paciente. A Figura 7.47 ilustra as etapas pré, trans e pós-operatória.

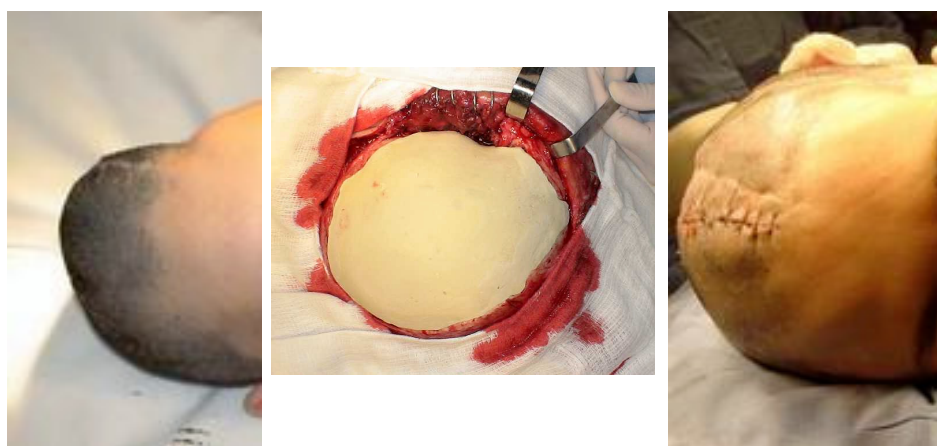


Figura 7.47 – Vistas pré, trans e pós-operatória imediata de paciente com extensa falha craniana.

7.7.3 Prótese craniana expansível para paciente jovem

Hospital de Americana (SP)– Dr. Francisco Galvão Roland

Paciente do gênero masculino, 11 anos, vítima de atropelamento motociclístico, resultando em forte impacto na região parietal direita. O paciente foi submetido a uma craniotomia, onde foram constatadas fraturas cominutivas do crânio, as quais foram removidas durante o ato operatório. Em sua evolução clínica, este paciente permaneceu em coma por 12 dias, não apresentando entretanto sequelas neurológicas decorrentes do trauma. A reparação da falha óssea craniana resultante da remoção dos fragmentos ósseos (Figura 7.48), foi realizada através da instalação de uma prótese.

O desafio neste caso era a questão do crescimento ósseo remanescente, que iria ocorrer para este paciente ainda jovem. No caso da utilização de uma prótese fixa tradicional, poderia haver a necessidade de uma ou mais substituições ao longo de todo o crescimento craniano. Esta seria a solução convencional para este paciente.

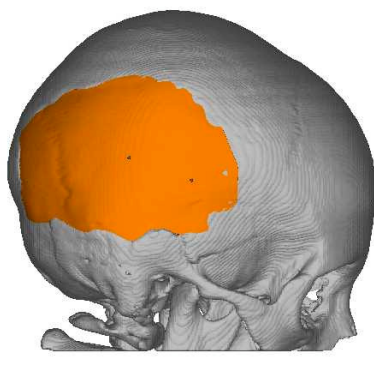


Figura 7.48 - Paciente jovem com extensa lesão craniana.

Após um tempo de estudo sobre a expansão óssea craniana, chegou-se à idéia de uma prótese composta de pétalas, que pudessem ser levemente deslocadas entre si durante o desenvolvimento craniano. Este projeto conjunto foi desenvolvido entre o cirurgião e a equipe técnica do CTI. O resultado final levou a uma prótese composta por quatro partes independentes, para serem fixadas obedecendo a localização das suturas cranianas e que pudessem ser ligeiramente movimentadas, à medida que a calota craniana continuasse o seu crescimento (Figura 7.49).

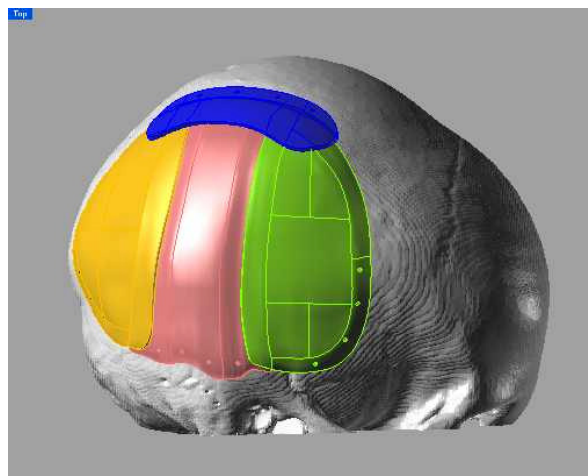


Figura 7.49 - Projeto de prótese craniana expansível composta de quatro partes.

Após a concepção da idéia e da definição do melhor desenho, foram realizadas algumas simulações para verificar as possibilidades de movimentação, sem comprometer a proteção mecânica dos tecidos subjacentes. Além disso, os esforços mecânicos foram estudados através da análise de elementos finitos (Figura 7.50). O biomodelo da calota craniana lesionada foi confeccionado por processo 3DP e as quatro partes da prótese por FDM. Em seguida foram realizados testes de fixação da prótese no biomodelo (Figura 7.50) e ensaios mecânicos para verificar a resistência da estrutura montada.

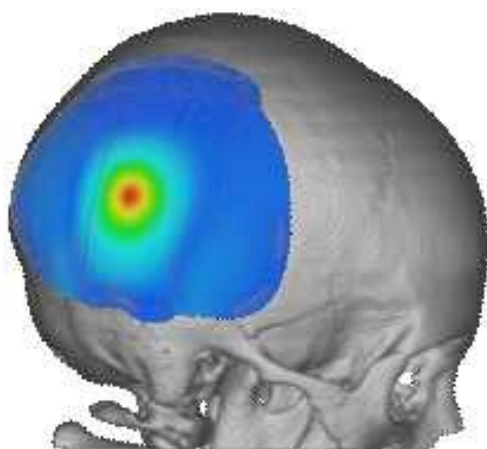


Figura 7.50 - Análise de elementos finitos e fixação da prótese craniana expansível.

Após verificações de viabilidade da prótese expansível, esta foi confeccionada em PMMA, utilizando moldes de silicone obtidos a partir dos modelos confeccionados por FDM. Foi realizado mais um teste de fixação das quatro partes da prótese de PMMA ao biomodelo,

utilizando os miniparafusos de titânio que seriam empregados na cirurgia. De acordo com o cirurgião, todo o procedimento cirúrgico ocorreu de acordo com as simulações realizadas, ocorrendo um encaixe perfeito das quatro partes da prótese na calota craniana do paciente. A Figura 7.51 ilustra a última etapa do planejamento e o resultado final da fixação da prótese no trans-operatório.

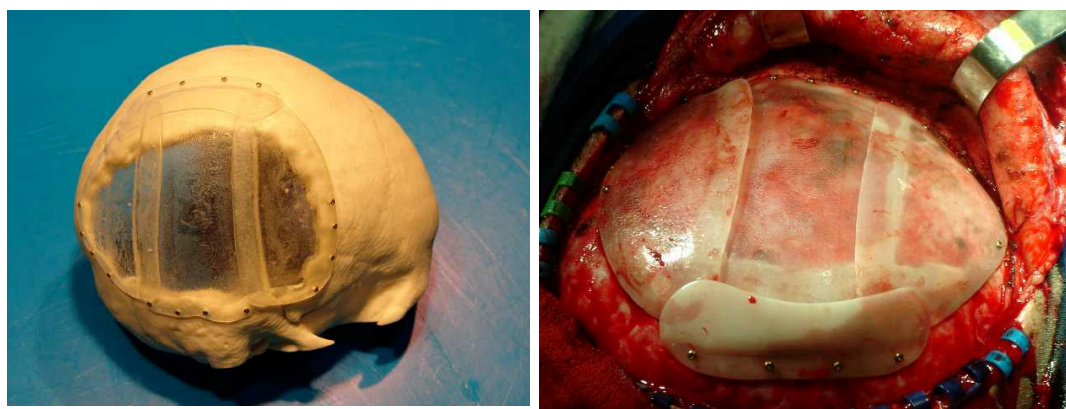


Figura 7.51 – Planejamento da prótese expansível e detalhe cirúrgico após a fixação da prótese.

Após quinze dias da cirurgia, o paciente retornou às atividades cotidianas. Foi elaborado para este paciente um plano de acompanhamento periódico até os 18 anos, incluindo exames tomográficos, para avaliar o desempenho e a adaptação da prótese. Passados onze meses da realização da cirurgia, os exames de avaliação da prótese expansível apresentaram resultados extremamente positivos e otimistas.

7.7.4 Prótese craniana volumétrica

Sobrapar, Campinas - SP - Dr. César Raposo do Amaral, Dr. Francisco Galvão Roland

Paciente do gênero masculino, 26 anos, vítima de acidente motociclístico, com extensa lesão craniana frontoparietal e retração de massa encefálica no lóbulo frontal. Os biomodelos virtuais do paciente e da prótese proposta são apresentados na Figura 7.52.

Este caso representou um desafio para a equipe de modelagem médica e equipe cirúrgica, pois a prótese exigia para este caso um apoio interno, para estabilizar a massa encefálica e evitar sua movimentação. Além disso, era necessário reconstruir esteticamente a anatomia e o contorno

craniano. Inicialmente a idéia era confeccionar uma prótese constituída de duas partes (Figura 7.53). A peça amarela (interna), foi projetada para servir de apoio interno para o encéfalo e a peça vermelha (externa), para fazer a reconstrução anatômica e a restauração estética craniofacial.

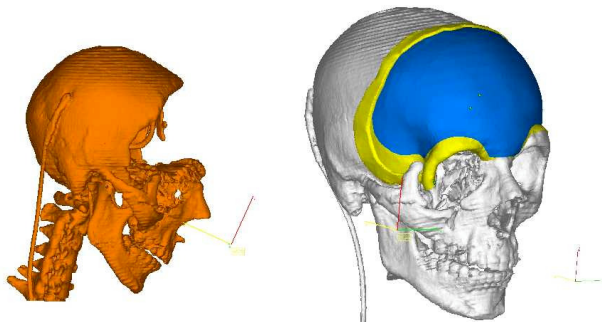


Figura 7.52 – Biomodelos virtuais com extensa falha frontoparietal e projeto de dupla prótese craniana.



Figura 7.53 – Biomodelo com extensa falha frontoparietal e adaptação de dupla prótese craniana.

Após uma análise da equipe envolvida sobre os detalhes de confecção e principalmente sobre o comportamento de uma prótese dupla ao longo do tempo, o modo de fixação, a possibilidade de infiltração de líquidos e risco de contaminação, decidiu-se alterar a sua concepção. Optou-se pela confecção de uma prótese, que utilizou o formato já idealizado das duas próteses anteriores, mas que formasse uma única peça oca. A prótese, denominada prótese volumétrica, foi confeccionada em PMMA por moldagem, ou seja, um método indireto de PR (Figura 7.54).



Figura 7.54 – Confeção de prótese volumétrica por moldagem de PMMA.

Numa primeira etapa, a prótese volumétrica foi confeccionada em duas porções separadas. Para cada uma das faces da prótese confeccionadas por PR (amarela e vermelha na Figura 7.53), foi produzido um molde de silicone (massa azul na Figura 7.54). Com este molde foi realizada a conformação do PMMA. Após a confecção das duas porções pelo mesmo processo, estas foram coladas utilizando o próprio PMMA, para formar uma única peça oca e selada. O aspecto final da prótese volumétrica está ilustrado na Figura 7.55.



Figura 7.55 – Aspecto final da prótese volumétrica confeccionada em PMMA.

A cirurgia corretiva para colocação da prótese volumétrica foi realizada por uma equipe de três cirurgiões com duração de 4 horas (Ver Figura 7.56). Foram utilizados parafusos de titânio e fio de aço para a fixação da prótese. Os resultados da cirurgia foram considerados excelentes e representam uma evolução na busca de soluções para este tipo de reconstrução. A utilização da

PR através de biomodelagem virtual e física, foi ratificada como uma ferramenta determinante para casos como este, possibilitando resultados muito superiores aos obtidos pelos procedimentos convencionais.

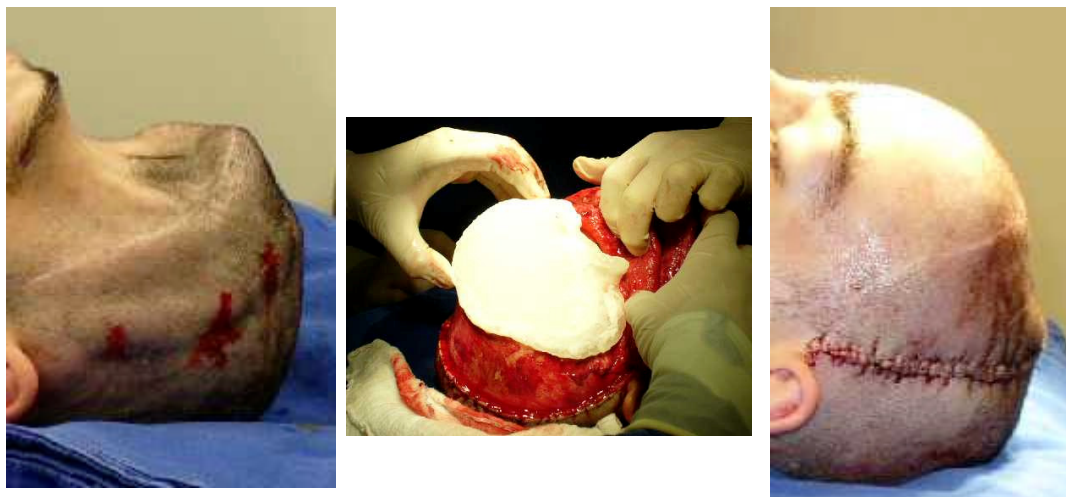


Figura 7.56 – Cranioplastia com prótese volumétrica – vistas pré, trans e pós-operatórias.

Capítulo 8

Conclusões e Recomendações

Este trabalho apresenta resultados obtidos sobre os serviços de confecção de biomodelos para planejamento cirúrgico dentro do projeto Promed, desenvolvido no CTI/MCT. O período analisado foi de janeiro de 2000 até setembro de 2008, atendendo 982 pacientes neste intervalo. Os resultados mostraram que, nesse período, houve uma tendência de crescimento do número de pacientes atendidos a cada ano.

Observou-se que os casos de biomodelagem atendidos pelo Promed, concentraram-se basicamente na região sudeste (75 % do total), principalmente no estado de São Paulo (60% do total). Estes resultados são de alguma maneira esperados, em função das técnicas de PR terem sido inicialmente experimentadas e difundidas nesta região. Além disso, a localização de várias instituições de saúde de referência, facilitou este acesso. Nota-se que existe necessidade de divulgação e espaço para expansão desta técnica para outras regiões do país, principalmente regiões norte, parte do nordeste e centro-oeste. Apesar deste projeto ter atendido 79 hospitais espalhados pelo Brasil, muitos cirurgiões bucomaxilofaciais e de outras especialidades ainda não tiveram contato com o uso dos biomodelos para planejamento cirúrgico.

Nos serviços de biomodelagem do Promed, 98% dos pacientes atendidos apresentavam lesões craniofaciais. A análise das regiões anatômicas reproduzidas pelos biomodelos, mostrou que 86% dos pacientes apresentavam diretamente lesões faciais (em um ou mais terços da face). Em função da importância de se manter a integridade da face do paciente, por razões funcionais, estéticas e psíquicas, as reconstruções anatômicas faciais complexas demandam

desenvolvimentos contínuos de técnicas e biomateriais, visando uma otimização dos resultados. A possibilidade de se agregar o uso de biomodelos no planejamento reconstrutivo facial já é uma realidade e tende a ser incorporada cada vez mais na prática destes cirurgiões.

Estes resultados recomendam que os profissionais de modelagem médica estudem a anatomia da região craniofacial, dentro do seu aprendizado e treinamento, a fim de assegurar a fidelidade do biomodelo virtual e físico. Este conhecimento faz-se necessário no uso de ferramentas de edição das imagens tomográficas, para remoção de artefatos e na operação de espelhamento de anatomia da área de interesse.

Considerando a importância do uso de biomodelos para planejamento cirúrgico, principalmente nas áreas de cirurgia bucomaxilofacial, plástica, cabeça e pescoço e otorrinolaringologia, recomenda-se que este tópico deva ser incluído nos cursos de graduação dos cursos correlatos e ainda divulgado através de cursos suplementares e palestras. Os biomodelos também podem ser utilizados em cursos regulares, com finalidades didáticas, para ilustrar os diversos tipos de lesão, principalmente os que atingem o tecido ósseo.

Apesar de ocuparem um espaço menor na lista de aplicações dos biomodelos em pesquisas e planejamento cirúrgico, ainda podem ser mais investigadas as áreas de ortopedia, angiologia (sistema vascular), otorrinolaringologia, medicina forense entre outros. Outras aplicações devem ser identificadas e/ou desenvolvidas como por exemplo, as que envolvem os tecidos moles, utilizando imagens de ressonância magnética.

Os resultados sobre as aplicações dos biomodelos evidenciaram a grande importância desta técnica na reabilitação bucomaxilar, mais especificamente no planejamento de implantes dentários. Conforme publicações recentes (Di Giacomo, 2005), (Thomé, 2007), (Dinato, 2007), (Di Giacomo, 2007), a implantodontia tem avançado muito desde a introdução do conceito de osseointegração por Branemark, permitindo atualmente o procedimento de reabilitação protética imediata. Uma das recentes inovações introduzidas foi o uso do planejamento virtual e físico, através da confecção de guias cirúrgicos, possibilitando o surgimento das chamadas cirurgias guiadas sem abertura de retalho, ou seja, os guias são posicionados diretamente sobre a mucosa, durante a cirurgia de instalação dos implantes, minimizando o trauma cirúrgico.

Constatou-se na prática da biomodelagem virtual, que existe uma demanda pelo projeto de próteses craniofaciais personalizadas. Para atender estas necessidades, requer-se um bom conhecimento dos aplicativos de biomodelagem e CAD. O projetista precisa trabalhar em estreita colaboração com o cirurgião e com o profissional de biomateriais, a fim de encontrar uma solução factível em termos de processamento dos materiais, da funcionalidade da prótese e do custo envolvido.

Como resposta a estas necessidades, novos conceitos têm surgido, como por exemplo, o BioCAD que trata do desenvolvimento, adaptação e uso de ferramentas de modelagem tridimensional, cujos conceitos se originaram no CAD de engenharia convencional, para aplicações relacionadas à bioengenharia (Noritomi, 2009). É fundamental para as aplicações de bioengenharia, o desenvolvimento de um método de representação geométrica que tenha complexidade suficiente para representar as geometrias anatômicas e flexibilidade para permitir interações no modelo gerado.

Além disso, existe também uma demanda para a confecção das próteses personalizadas (após o seu projeto), principalmente em casos de reconstruções craniofaciais extensas. Esta questão tem surgido por parte dos cirurgiões que solicitam os serviços de biomodelagem: como e onde esta prótese personalizada pode ser construída.

O desafio tem sido atender uma necessidade específica do paciente, utilizando as condições disponíveis de: biomateriais, técnicas de biomodelagem e PR. Os métodos de confecção das próteses por métodos indiretos de PR tem sido a solução para muitos pacientes. Espera-se que, em breve, o emprego dos métodos diretos de confecção das próteses, possa estar disponível com custos acessíveis. Futuros desenvolvimentos como *scaffolds* de materiais cerâmicos, poliméricos e metálicos e manufatura de órgãos poderão suprir muitas das atuais necessidades.

A tendência no crescimento da demanda por biomodelos verificada neste trabalho é uma evidência da validação desta técnica como uma ferramenta auxiliar no planejamento cirúrgico, especialmente em aplicações craniofaciais. Esta tendência não se restringe aos resultados do Promed aqui analisados, visto que é confirmada pelo surgimento e crescimento de empresas privadas atuando nesta área, conforme apresentado no Capítulo 5.

Observam-se diferentes graus de familiaridade dos cirurgiões com esta técnica: alguns ainda a desconhecem completamente; muitos já têm alguma informação mas nunca a utilizaram, enquanto outros já a empregaram em algum procedimento. Há, também, os que a estão experimentando com a perspectiva de criar uma mudança na rotina de planejamento cirúrgico e, finalmente, uns poucos que já a incorporaram como parte da sua rotina.

A fim de ampliar a disseminação e o aprimoramento desta técnica, recomenda-se um minucioso levantamento junto aos hospitais de referência, visando a catalogação de novas aplicações potenciais e das já existentes na área de biomodelagem virtual e física. Espera-se desta ação maior interação entre as técnicas desenvolvidas pelos grupos de biomodelagem e as exigências prioritárias dos cirurgiões, dado o caráter multidisciplinar destas aplicações.

Acredita-se que à medida que esta prática esteja mais estabelecida, algumas evoluções naturais possam acontecer. Como por exemplo, a possibilidade do uso da biomodelagem virtual ser incorporada como uma prática rotineira e, dependendo do caso, dispensar a confecção do biomodelo físico, muitas vezes apontando diretamente para a confecção de uma prótese ou implante.

Decorrente ainda, da evolução da biomodelagem virtual, surge o conceito da navegação cirúrgica ou cirurgia guiada por imagem, onde um sistema de localização espacial rastreia em tempo real, os instrumentos cirúrgicos e a sua relação com as estruturas anatômicas do paciente. Nesta abordagem, são utilizados apenas os biomodelos virtuais, que são empregados como um mapa tridimensional para orientação do procedimento cirúrgico.

O desfecho deste trabalho sobre aplicação da prototipagem rápida no planejamento cirúrgico traz a constatação, pelos assuntos expostos, da real interdependência entre várias áreas do conhecimento, onde se destacam: aquisição de imagens médicas, desenvolvimento de software de biomodelagem, processamento de imagens médicas por aplicativos específicos ou biomodelagem virtual, confecção dos biomodelos por processos de PR, biomateriais, planejamento cirúrgico, planejamento e confecção de implantes e próteses. Ressalta-se ainda, além deste caráter multidisciplinar do tema abordado, sua particularidade de ciência oriunda e voltada à aplicação prática, incluída no contexto da realização de pesquisas que revertem em benefícios reais para a sociedade.

Referências Bibliográficas

- Antunes, E. S. et al. “Porous Gradient Implant for Mandible and Craniofacial Surgery”. Key Engineering Materials, v.396, p.269-272, 2009.
- Atala, A. et al. “Tissue-engineered autologous bladders for paciente needing cystoplasty”. The Lancet, Publicado online. www.thelancet.com, April, 2006.
- Bártolo, P., Bidanda, B. “Biomaterials and Prototyping Applications in Medicine”. New York, Springer, 2007.
- Bezerra, M. F. “Estudo epidemiológico do pacientes hospitalizados e atendidos pelo serviço de cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial do Hospital São Lucas, Porto Alegre, 2000 a 2005”. Tese de Mestrado. Porto Alegre, PUCRS, 2006, 103p.
- Cavalcanti, M. G. P. “Diagnóstico por Imagem da Face”. São Paulo, Livraria Santos Editora, 2008.
- Cesarano, J., “Robocasting: Sandia develops new way to fabricate ceramics”. (<http://www.sandia.gov/media/robocast.htm>). Acesso em 07/02/2009.
- Chen, Z. et al. “Fabrication of artificial bioactive bone using rapid prototyping”. Rapid Prototyping Journal, v.10, n. 5, p.327-333, 2004.
- Chiarini, L. et al. “Cranioplasty using acrylic material: a new technical procedure”. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, v.32, p.5-9, 2004.
- Christensen, A., Lippincott, A., Kircher, R. “Qualification of electron beam melted (EBM) Ti6Al4V-ELI for orthopaedic Applications”. Medical Modelling, 2007.
http://www.medicalmodeling.com/EBM/images/EBM_7_24_07.pdf. Acesso 03/03/2009.
- CYTED. Rede Iberoamericana de Biofabricação: Materiais, Processos e Simulação. Curso: Tendências em Biofabricação. CTI, Campinas. Julho/Agosto 2008.

- Das, S. et al. "Freeform fabrication of Nylon-6 tissue engineering scaffolds". *Rapid Prototyping Journal*, v.9, n.1, p.43-49, 2003.
- Di Giacomo, G. A. P. et al. "Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: preliminary results". *Journal of Periodontology*, v.76, n.4, p.503-507, 2005.
- Di Giacomo, G. A. P. et al. "Cirurgia Assistida por Computador – Relato de Caso Clínico". *Revista Implantnews*, v.4, n.4, p.413-417, 2007.
- Dinato, J. C. "Planejamento virtual, cirurgia sem retalho e função imediata: uma realidade contemporânea". *Revista Implantnews*, v.4, n.4, p.368-370, 2007.
- D'Urso, P. S. et al. "Stereolithographic (SL) biomodelling in craniofacial surgery". *British Journal of Plastic Surgery*, 51: 522-530, 1998.
- D'Urso, P. S. et al. "Biomodelling of Skull base tumors". *The Journal of Clinical Neuroscience*, 6 (1): 31-35, 1999.
- D'Urso, P. S. et al. "Custom cranioplasty using stereolithography and acrylic". *British Journal of Plastic Surgery*, 53: 200-204, 2000.
- Erben, C., Vitt, K.D., Wulf, J. "The Phidias Validation Study of Stereolithographic Models". *Phidias Newsletter*, p. 15-16, March 2002.
- Fab@Home. <http://fabathome.org>. Acesso em 09/02/2009.
- Faber, P., Oleskovicz, C., Cruz, F. "Uso da sinterização a laser seletiva como método e técnica para construir e ajustar próteses, órteses e implantes de poliuretana em cirurgias bucomaxilofaciais". *Revista Internacional de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial*, v.4, n.15, p.223-228, 2006.
- Foggiatto, J. A. "O Uso da Prototipagem Rápida na área médico-odontológica". *Revista Tecnologia & Humanismo, UTFPR*, n.30, p.60-68, 2006.

- Freitas, A. C. et al. “Prototipagem aplicada ao planejamento reverso das fixações zigomáticas”. Revista Implantnews, v. 2, n.2, p.153-159, 2005.
- Freitas, R. “Tratado de Cirurgia Bucomaxilofacial”. São Paulo, Editora Santos, 2006.
- Garib, D. G. et al. “Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone Beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia”. Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial, v.12, n.2, Abril 2007.
- Gopakumar, S. “RP in medicine: a case study in cranial reconstructive surgery”. Rapid Prototyping Journal, v.10, n.3, p. 207-211, 2004.
- Gouveia, M. F.; Maia, I. A; Silva, J. V. L.; Santa Bárbara, A.; Oliveira, M. F.; Melro, C. A.M.; Zavaglia, C. A C. “Customized PMMA Implants Using Rapid Prototyping”. COLAOB 2006.
- Graziani, M. “Cirurgia Bucomaxilofacial”. São Paulo, Editora Guanabara Koogan, 8ª Edição, 1995.
- Guerrero, M. E. et al. “State-of the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement”. Clinical Oral Investigations, v. 10, p. 1-7, 2006.
- Hanson, M. “Something to smile about: 3D graphics revolutionizing oral health care”. IEEE Computer Graphics and Applications, v.21, n.4, p. 14-20, July/August 2001.
- Harrysson, O. L. A. “Direct fabrication of metal orthopedic implants using electron beam melting technology”. Solid Freeform Fabrication Proceedings 2003, p.439-446.
- Hieu, L. C. et al. “Design for medical rapid prototyping of cranioplasty implants”. Rapid Prototyping Journal, v. 9, n. 3, p. 175-186, 2003.
- Inforçatti, P., “Máquina Básica de Prototipagem Rápida de Projeto Aberto de Hardware e Software para Uso de Pesquisas em Bioengenharia, Desenvolvimento, Inovação e Aplicações de Prototipagem Rápida”, I Seminário PCI, CTI, 2008.

- Jakab, K. et al. "Organ printing: Fiction or Science". *Biorheology*, v.41, n. 3-4, p.371-375, 2004.
- Jamison, R. et al. Mandible Reconstruction Project, www.itg.uiuc.edu/technology/reconstruction. Acesso em 06/02/2009.
- Koh, Y. H., Jun, I. K., Kim, H. E. "Fabrication of poly(ϵ -caprolactone)/hydroxyapatite scaffold using rapid direct deposition". *Materials Letters*, v.60, p.1184-1187, 2006.
- Li, J. P. et al. "Porous Ti6Al4V scaffold directly fabricating by rapid prototyping: Preparation and in vitro experiment". *Biomaterials* v.27, p.1223-1235, 2006.
- Li, J. P. et al. "Bone ingrowth in porous titanium implants produced by 3D fiber deposition". *Biomaterials* v.28, p.2810-2820, 2007.
- Mankovich, N. J., Cheeseman, A. M., Stoker, N. G. "The display of three-dimensional anatomy with stereolithographic models". *Journal of Digital Imaging*, v.3, n.3, p.200-203, August 1990.
- Martins, T. A. C. P. et al. "InVesalius: Three-dimensional medical reconstruction software". *Proceedings of the 3rd International Conference on Advanced Research in Virtual and Rapid Manufacturing - VRAP2007*, p.135-141.
- McAloon, K. "Rapid Prototyping Technology: A Unique Approach to the Diagnosis and Planning of Medical Procedures". Michigan, Society of Manufacturing Engineers, 1997.
- Meurer, E. "As tecnologias CAD-CAM em cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial". Tese de doutorado. Porto Alegre, PUCRS, 228p, 2002.
- Mironov, V. et al. "Organ printing: computer-aided jet-based 3D tissue engineering". *Trends in Biotechnology*, v.21, n.4, p.157-161, 2003.
- Mironov, V. <http://organprint.missouri.edu/www/PDF/HowToPrintOrgan-slides.pdf>, Slideshow. Acesso em 10/03/2009.

- Moroni, L., Wijn, J. R., Blitterswijk, C. A. “3D fiber-deposited scaffolds for tissue engineering: Influences of pores geometry and architecture on dynamic mechanical properties”. *Biomaterials*, v.27, p.974-985, 2006.
- Nasseri, B. A., Ogawa, K., Vacanti, J. P. “Tissue engineering: An evolving 21 st-century science to provide biologic replacement for reconstruction and transplantation”. *Surgery*, v.130, n.5, 2001.
- Noritomi, P. Y. et al. “Considerações sobre o uso da Prototipagem Rápida metálica na fabricação direta de implantes femorais personalizados”. COLAOB 2006.
- Noritomi, P., Silva, J. V. L. “Desenvolvimento do BioCAD e aplicações em bioengenharia”. II Seminário em TI do CTI. 2009.
- Oliveira, M. F. “Aplicações de Prototipagem Rápida em Projetos de Pesquisa”. Tese de mestrado. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 2008, 105p.
- Park, J. B., Bronzino, J. D. “Biomaterials – Principles and applications”. Boca Raton, Ed. CRC Press LLC, 2003, 250p.
- Petzold, R.; Zeilhofer, H. F.; Kalender, W. A. “Rapid prototyping in medicine – basics and applications. Computerized Medical Imaging and Graphics”, Tarrytown, NY., v. 23, n.5, p. 277-284, Sep./Oct. 1999.
- Phidias, <http://www.materialise.com/materialise/view/en/415166-RP+Models.html>. Acesso em 27/03/2009.
- Prado, V. R. “Uso da Prototipagem Rápida em Medicina – Aplicação à Neurocirurgia”. Tese de mestrado. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 80p, 2005.
- Rosa, E. L. S., Oleskovicz, C. F., Aragão, B. N. “Rapid Prototyping in Maxillofacial Surgery and Traumatology: Case Report”. *Brazilian Dental Journal*, v.15, n.3, p.243-247, 2004.
- Ryan, G. E., Pandit, A. S., Apatsidis, D. P. “Porous titanium scaffolds fabricated using a rapid prototyping and powder metallurgy technique”. *Biomaterials*, v.29, p.3625-3635, 2008.

- Saddy, M. S. et al. "Costs reducing of maxillofacial RP models". Proceedings of the 2nd International Conference on Advanced Research in Virtual and Rapid Manufacturing - VRAP2005, p.175-179., 2005.
- Saddy, M. S. "Estudo comparativo entre a tomografia computadorizada e a tomografia volumétrica na confecção de modelos de prototipagem". Tese de doutorado. São Paulo, FO – Universidade de São Paulo, 85p, 2006.
- Salgado, C. L. et al. "Evaluation of degradation of bioabsorbable polycaprolactone in Rapid Prototyping for medical application". Proceedings of the 3rd International Conference on Advanced Research in Virtual and Rapid Manufacturing - VRAP2007, p.101-105, 2007.
- Sannomiya, E. K. "Clinical and radiographic presentation and preparation of the prototyping model for pre-surgical in Apert's syndrome". Dentomaxillofacial Radiology, v.35, p.119-124, 2006.
- Santa Bárbara, A. "Processamento de Imagens Médicas Tomográficas para Modelagem Virtual e Física – O Software InVesalius". Tese de doutorado. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 2006, 429p.
- Seitz, H. at al. "Rapid Prototyping models for surgical planning with hard and soft tissue representation". International Congress Series v.1268, p.567-572, 2004.
- Shieh, S. J., Vacanti, M. D. "State of the art tissue engineering: From tissue engineering to organ building". Surgery, v.137, n.1, p.1-7, 2005.
- Sießegger, M. et al. "Use of an image-guided navigation system in dental implant surgery in anatomically complex operation sites". Journal of Craniomaxillofacial Surgery, v.29, p.276-281, 2001.
- Silva, J. V. L.; Gouveia, M. F.; A. Santa Bárbara; E. Meurer; C. A. C. Zavaglia. "Rapid Prototyping Applications in the Treatment of Craniomaxillofacial Deformities – Utilization of Bioceramics". Key Engineering Materials, v.254-256: p.687-690, 2004.

- Silva, J. V. L., Gouveia, M. F., Santa Bárbara, A., Marcelo C. Reis, C. A. C. Zavaglia. “Aplicación del prototipaje al tratamiento de defectos cráneo faciales”. Revista CENIC Ciências Biológicas, v.37, n. 3, p.214-218, 2006.
- Silva, J. V. L. et al. “Aplicação de Prototipagem Rápida na construção de *scaffolds* para engenharia tecidual”, COLAB 2006.
- Silva, J. V. L. et al. “Exemplos de aplicações de prototipagem rápida”. In: Volpato, N., Prototipagem Rápida – Tecnologias e Aplicações. São Paulo, Edgard Blücher, p.195-224. 2007.
- Silva, M. L et al. “Reconstrução de mandíbula com uso de biomateriais através de prótese mista”, COLAOB 2008.
- Singare, S. et al. “Fabrication of customised maxillo-facial prosthesis using computer-aided design and rapid prototyping techniques”. Rapid Prototyping Journal, v.12, n.4, p.206-213, 2006.
- Sousa, T. H. S. et al. “Concept of a Bioactive Implant with Functional Gradient Structure”. Key Engineering Materials, v.396, p.221-224, 2009.
- Steck, J. H.; Miquelino, R; Souza, A L. G.; Gouveia, M. F.; Silva J. V. L. “Planejamento de Cirurgias Complexas em Cabeça e Pescoço – O Uso de Modelos Tridimensionais”. Revista da Sociedade Brasileira de Cirurgia de Cabeça e Pescoço, 2007, v.36, p.171-173.
- Stocker, N. G.; Mankovich, N. J.; Valentino, D. “Stereolithographic models for surgical planning: preliminary report”. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Philadelphia, PA., v. 50, n. 5, p. 466-471, May 1992.
- Thomé, G. “Planejamento virtual para soluções reais”. Revista Implantnews, v.4, n.4, p.372-375, 2007.

- Villela, C. H. S. et al. "The virtual biomodel as a complementary resource for the diagnosis of mandibular ankylosis". Proceedings of the 3rd International Conference on Advanced Research in Virtual and Rapid Manufacturing - VRAP2007, p.155-158.
- Volpato, N. "Prototipagem Rápida Tecnologias e Aplicações". São Paulo, Edgard Blücher, 2007, 244p.
- Weng, Y. et al. "Tissued-engineered composites of bone and cartilage for mandible condylar reconstruction". Journal of Maxillofacial Surgery, v.59, p.185-190, 2001.
- Werner, H. et al. "The use of rapid prototyping didactic models in the study of fetal malformations", Ultrasound Obstet Gynecol, Wiley Interscience 2008.
- Winder, J., Bibb, R. "Medical rapid prototyping technologies: state of art and current limitations for applications in oral and maxillofacial surgery". Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, v.63, p.1006-1015, 2005.
- Wohlers, T. "Rapid Prototyping & Tooling – Worldwide Progress Report", Colorado, USA, Wohlers Associates, Inc, 1998.
- Wohlers T. "Wohlers Report 2007 - State of the Industry - Annual Worldwide Progress Report". Wohlers Associates Inc, 2007.
- Wohlers, T. "Wohlers Report 2008 – State of the Industry – Annual Worldwide Progress Report", Colorado, USA, Wohlers Associates, Inc, 2008.
- Xiong, Z. et al. "Organism manufacturing engineering based on rapid prototyping principles". Rapid Prototyping Journal, v.11, n.3, p.160-166, 2005.
- Xu, W et al. "Rapid Prototyping of Polyurethane for the Creation of Vascular Systems". Journal of Bioactive and Compatibles Polymers, v.23, p.103-114, March 2008.
- Yeong, W. Y. et al. "Rapid prototyping in tissue engineering: challenges and potencial – Review". Trends in Biotechnology, v. 22, n. 12, p.643-652, 2004.

ANEXO 1 - Hospitais e unidades de saúde atendidos pelo Projeto Promed.

Número	Hospital	Localidade
1	Casa de Saúde de Campinas	Campinas - SP
2	Centro Infantil Boldrini	Campinas - SP
3	Centro Médico de Campinas	Campinas - SP
4	Hospital A. C. Camargo	São Paulo - SP
5	Hospital Albert Einstein	São Paulo - SP
6	Hospital Batista Memorial de Fortaleza	Fortaleza - CE
7	Hospital Central Cel. Pedro Germano	Natal - RN
8	Hospital Central da Polícia Militar RJ	Niterói - RJ
9	Hospital Central do Exército	Rio de Janeiro - RJ
10	Hospital da Face	São Paulo - SP
11	Hospital da Restauração	Recife - PE
12	Hospital das Clínicas da UFMG	Belo Horizonte
13	Hospital das Clínicas da Unicamp	Campinas - SP
14	Hospital das Clínicas da USP	São Paulo - SP
15	Hospital das Clínicas da USP - RP	Ribeirão Preto - SP
16	Hospital das Forças Armadas	Brasília – DF
17	Hospital de Base de Brasília	Brasília – DF
18	Hospital de Guarnição de Natal	Natal – RN
19	Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais – USP – Centrinho	Bauru – SP
20	Hospital de Urgências de Anápolis	Anápolis – GO

21	Hospital do Câncer de Londrina	Londrina – PR
22	Hospital do Sepaco	São Paulo – SP
23	Hospital do Servidor Público Estadual	São Paulo – SP
24	Hospital dos Acidentados Santa Isabel	Goiânia – GO
25	Hospital e Maternidade Celso Pierro - PUCC	Campinas – SP
26	Hospital e Maternidade São Lucas	Americana – SP
27	Hospital Ernesto Dornelles	Porto Alegre - RS
28	Hospital Espanhol	Salvador – BA
29	Hospital Est. Senador Humberto Lucena	João Pessoa – PB
30	Hospital Eugenio Espejo	Quito – Equador
31	Hospital Geral de Bonsucesso	Bonsucesso – RJ
32	Hospital Geral de Nova Iguaçu	Nova Iguaçu - RJ
33	Hospital Geral de Vila Penteado	São Paulo – SP
34	Hospital Geral Roberto Santos	Salvador – BA
35	Hospital Geral Santa Isabel	João Pessoa – PB
36	Hospital Geral Universitário de Cuiabá - UNIC	Cuiabá – MT
37	Hospital Governador João Alves Filho	Recife – PE
38	Hospital Heliópolis – UGA I	São Paulo – SP
39	Hospital Independência da ULBRA	Porto Alegre - RS
40	Hospital Metodista de São Paulo	São Paulo - SP
41	Hospital Ministro Costa Cavalcante	Foz do Iguaçu - PR
42	Hospital Municipal do Tatuapé	São Paulo - SP
43	Hospital Municipal Dr. Mário Gatti	Campinas - SP

44	Hospital Nossa Senhora da Piedade	Jaú -SP
45	Hospital Nossa Senhora das Graças	Canoas - RS
46	Hospital Ophir Loyola	Belém - PA
47	Hospital Polícia Militar SP	São Paulo - SP
48	Hospital Portinari	São Paulo - SP
49	Hospital Regional de Sorocaba	Sorocaba - SP
50	Hospital Regional Dr. Homero Miranda Gomes	Florianópolis - SC
51	Hospital Regional Sul de São Paulo	São Paulo - SP
52	Hospital Salvador	Salvador - BA
53	Hospital San Vicente de Paul	Quito - Equador
54	Hospital Santa Mônica	Goiânia - GO
55	Hospital Santa Teresa	Petrópolis - RJ
56	Hospital São Lucas – PUCRS	Porto Alegre - RS
57	Hospital São Luiz	São Paulo - SP
58	Hospital São Luiz de Guarulhos	Guarulhos - SP
59	Hospital São Miguel	Joaçaba - SC
60	Hospital São Paulo	Muriaé - MG
61	Hospital São Sebastião	Rio de Janeiro - RJ
62	Hospital Universitário – Univ. Estadual de Londrina	Londrina - PR
63	Hospital Universitário Cajurú	Curitiba - PR
64	Hospital Universitário da UFPI	Teresina - PI
65	Hospital Universitário da UFSC	Florianópolis - SC
66	Hospital Universitário de São Paulo - USP	São Paulo - SP

67	Hospital Universitário Oswaldo Cruz - UPE	Recife - PE
68	Hospital Universitário Pedro Ernesto - UERJ	Rio de Janeiro - RJ
69	Hospital Universitário Regional Norte do Paraná	Londrina - PR
70	Hospital Universitário Walter Cantídeo - UFCE	Fortaleza - CE
71	Hospital Vera Cruz	Campinas - SP
72	Hospital XV de Fraturas e Ortopedia	Curitiba - PR
73	Instituto Nacional de Câncer - INCA	Rio de Janeiro - RJ
74	Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia - INTO	Rio de Janeiro - RJ
75	Maternidade de Campinas	Campinas - SP
76	Santa Casa de Misericórdia de Maceió	Maceió - AL
77	Santa Casa de Misericórdia de Piracicaba	Piracicaba - SP
78	Santa Casa de Misericórdia de São Paulo	São Paulo - SP
79	Sobrapar	Campinas - SP

ANEXO 2 - Instituições atendidas pelo Projeto Promed.

Número	Instituição	Localidade
1	APCD - Assoc. Paulista de Cirurgiões Dentistas	São Paulo - SP
2	CRER – Centro de Reabilitação e Readaptação	Goiânia - GO
3	FEM – UNICAMP	Campinas - SP
4	Faculdade de Medicina - USP	São Paulo - SP
5	Faculdade de Odontologia – São Leopoldo Mandic	Campinas - SP
6	Faculdade de Odontologia – UFMG	Belo Horizonte - MG
7	Faculdade de Odontologia – UERJ	Rio de Janeiro - RJ
8	Faculdade de Odontologia – UFRN	Natal - RN
9	Faculdade de Odontologia – UNESP	Araraquara - SP
10	Faculdade de Odontologia – USPRP	Ribeirão Preto - SP
11	Faculdade de Odontologia – USP	São Paulo - SP
12	Faculdade de Odontologia Piracicaba - Unicamp	Piracicaba - SP
13	LNCC - Lab. Nacional de Computação Científica	Petrópolis - RJ
14	PUCPR	Curitiba - PR
15	Secretaria Municipal de Saúde de Camaragibe	Camaragibe - PE
16	UFGO	Goiânia - GO
17	UFPA	Belém - PA
18	UFPR	Curitiba - PR
19	UFRJ	Rio de Janeiro - RJ
20	UNESP	Araraquara - SP
21	UNIFESP - Escola Paulista Medicina	São Paulo - SP

22	UNIMES	Santos - SP
23	Univ. Federal de Sergipe	Aracaju - SE
24	Univ. Sagrado Coração	Bauru - SP
25	Univ. São José dos Campos	São José dos Campos - SP
26	Universidade de Itaúna	Belém - PA

ANEXO 3 – Pacientes atendidos pelo Projeto Promed de 01/2000 a 09/2008.

Número	Gênero	Idade	Região da lesão	Aplicação	Localidade	Ano
1	Feminino	x	Mandíbula	Neoplasia	Brasília-DF	2000
2	Masculino	x	Face (terço médio e inferior)	Fratura	Brasília-DF	2001
3	Feminino	x	Maxila	Guias	Brasília-DF	2001
4	Feminino	x	Maxila	Guias	Brasília-DF	2001
5	Feminino	x	Face (terço médio e inferior)	Fratura	Brasília-DF	2001
6	Feminino	x	Maxila	Guias	Brasília-DF	2001
7	Feminino	x	ATM	Falha óssea	Brasília-DF	2001
8	Masculino	x	Face (terço médio e superior)	Fratura	Brasília-DF	2001
9	Masculino	x	Face (terço médio e inferior)	Assimetria facial	Brasília-DF	2001
10	Masculino	x	Mandíbula	Atrofia de mandíbula	Brasília-DF	2001
11	Masculino	x	ATM	Anquilose	Brasília-DF	2001
12	Masculino	x	Mandíbula	Guias	Brasília-DF	2001
13	Feminino	16	Mandíbula	Anquilose	Campinas-SP	2001
14	Feminino	36	Face (terço superior)	Cranioplastia	Campinas-SP	2001
15	Feminino	43	Face (terço médio e superior)	Fratura	São Paulo-SP	2001
16	Feminino	x	Maxila	Implante	Brasília-DF	2001
17	Masculino	x	Maxila	Implante	Brasília-DF	2001
18	Feminino	x	Maxila	Implante	Brasília-DF	2002
19	Masculino	x	Mandíbula	Implante	Brasília-DF	2002
20	Masculino	x	Maxila	Implante	Brasília-DF	2002
21	Masculino	x	Face	Fratura	Campinas-SP	2002
22	Masculino	11	Calota craniana	Cranioplastia	Campinas-SP	2002
23	Feminino	x	Mandíbula	Neoplasia	Brasília-DF	2002
24	Masculino	x	Mandíbula e maxila	Implante	São Paulo-SP	2002
25	Feminino	x	Mandíbula e maxila	Guias	Brasília-DF	2002
26	Masculino	x	Face	Fratura	Brasília-DF	2002
27	Masculino	36	Face (terço médio e inferior)	Fratura	São Paulo-SP	2002
28	Feminino	44	Mandíbula	Implante	São Paulo-SP	2002
29	Masculino	53	Face (terço médio e inferior)	Apnéia obstrutiva	Porto Alegre-RS	2002
30	Feminino	x	Cabeça	Síndrome de Crouzon	Campinas-SP	2002
31	Feminino	x	Maxila	Implante	Brasília-DF	2002
32	Masculino	x	Maxila	Implante	Brasília-DF	2002
33	Feminino	x	ATM	Falha óssea	Brasília-DF	2002
34	Feminino	x	Face (terço médio e inferior)	Guias	Brasília-DF	2002
35	Masculino	x	Face (terço médio e inferior)	Guias	Brasília-DF	2002
36	Masculino	17	Face	Assimetria facial	São Paulo-SP	2002
37	Feminino	53	Face	Fenda Lábio Palatina	Campinas-SP	2002
38	Masculino	63	Maxila	Implante	São Paulo-SP	2002
39	Feminino	x	Maxila	Guias	Brasília-DF	2002
40	Feminino	x	Face (terço médio e inferior)	x	Brasília-DF	2002
41	Feminino	x	Face (terço médio e inferior)	x	Brasília-DF	2002
42	Masculino	33	Joelho	Deformidade óssea	Campinas-SP	2002

43	Feminino	x	Cabeça	Querubismo	Campinas-SP	2002
44	Masculino	x	Cabeça	Querubismo	Campinas-SP	2002
45	Feminino	x	Face (terço médio e inferior)	x	Brasília-DF	2002
46	Feminino	x	Mandíbula e maxila	Guias	Brasília-DF	2002
47	Masculino	21	Face (terço médio e inferior)	Anquiloze	São Paulo-SP	2002
48	Masculino	19	Cabeça	Lesões na pele	Campinas-SP	2002
49	Masculino	24	Face (terço médio e inferior)	Anquiloze	Porto Alegre-RS	2002
50	Masculino	31	Face (terço médio e superior)	Cranioplastia	Porto Alegre-RS	2002
51	Masculino	25	Face (terço médio e superior)	Cranioplastia	Campinas-SP	2002
52	Masculino	x	Face	Fratura	Brasília-DF	2002
53	Feminino	x	Face	Deformidade facial	Campinas-SP	2002
54	Feminino	x	Face	Fissura rara de face	Campinas-SP	2002
55	Masculino	x	Mandíbula	x	Brasília-DF	2002
56	Masculino	x	Maxila	x	Brasília-DF	2002
57	Masculino	x	Maxila	Guias	Brasília-DF	2002
58	Feminino	48	Maxila	Implante	São Paulo-SP	2002
59	Feminino	18	Mamas	Cirurgia plástica corretiva	Campinas-SP	2002
60	Masculino	32	Face (terço médio e inferior)	Deformidade facial	Campinas-SP	2002
61	Masculino	x	Maxila	Implante	Brasília-DF	2002
62	Masculino	x	Maxila	Implante	Brasília-DF	2002
63	Feminino	3	Cabeça	Cranioestenose	Campinas-SP	2002
64	Masculino	56	Mandíbula	Neoplasia	Piracicaba-SP	2002
65	Feminino	15	Cabeça	Cranioestenose	Campinas-SP	2002
66	Masculino	x	Face (terço médio e superior)	Cranioplastia	Campinas-SP	2002
67	Feminino	x	Maxila	Implante	Brasília-DF	2002
68	Feminino	x	Maxila	Guias	Brasília-DF	2002
69	Feminino	17	Mandíbula	Anquiloze	Campinas-SP	2002
70	Masculino	4	Cabeça	Cranioestenose	Campinas-SP	2002
71	Masculino	x	Mandíbula e maxila	Guias	Brasília-DF	2002
72	Feminino	x	Mandíbula e maxila	Guias	Brasília-DF	2002
73	Masculino	x	Maxila	Implante	Brasília-DF	2002
74	Masculino	x	Mandíbula e maxila	Implante	Brasília-DF	2002
75	Masculino	28	Face (terço médio e superior)	Cranioplastia	Porto Alegre-RS	2002
76	Masculino	x	Face (terço médio e inferior)	x	Brasília-DF	2002
77	Masculino	x	Cabeça	x	Brasília-DF	2002
78	Masculino	x	Mandíbula e maxila	Guias	Brasília-DF	2002
79	Feminino	x	Mandíbula e maxila	Implante	Brasília-DF	2002
80	Masculino	39	Face	Fratura	Porto Alegre-RS	2002
81	Masculino	26	Face (terço médio e inferior)	Falha óssea na Mandíbula	Campinas-SP	2002
82	Feminino	27	Mandíbula	Assimetria facial	Piracicaba-SP	2002
83	Masculino	31	Face (terço médio e superior)	Assimetria facial	Piracicaba-SP	2002
84	Feminino	x	ATM	Anquiloze	Porto Alegre-RS	2002
85	Feminino	x	ATM	Anquiloze	Brasília-DF	2002
86	Feminino	x	Mandíbula	Guias	Brasília-DF	2002
87	Feminino	33	Órbita	x	Campinas-SP	2002
88	Feminino	x	Calota craniana	Cranioplastia	Brasília-DF	2002
89	Masculino	57	Mandíbula	Sequela de ressecção	São Paulo-SP	2002

90	Masculino	x	Calota craniana	Cranioplastia	Brasília-DF	2002
91	Masculino	9	ATM	Anquilose	São Paulo-SP	2002
92	Feminino	x	Mandíbula	Guias	Brasília-DF	2002
93	Masculino	15	ATM	x	Piracicaba-SP	2002
94	Feminino	11	ATM	Anquilose	São Paulo-SP	2002
95	Feminino	x	Mandíbula	Guias	Brasília-DF	2002
96	Masculino	48	Face	Neoplasia	Campinas-SP	2002
97	Masculino	x	Mandíbula	Neoplasia	Campinas-SP	2002
98	Masculino	21	Cabeça	Síndrome Treacher-Collins	Campinas-SP	2002
99	Masculino	x	Face (terço médio e inferior)	x	Brasília-DF	2003
100	Masculino	x	Face (terço médio e inferior)	x	Brasília-DF	2003
101	Feminino	18	Calota craniana	Cranioplastia	Campinas-SP	2003
102	Feminino	48	Face (terço médio)	Fratura	Campinas-SP	2003
103	Masculino	x	Maxila	Deformidade facial	Campinas-SP	2003
104	Masculino	18	Coluna vertebral	Estudo	Campinas-SP	2003
105	Masculino	21	Cabeça	Cranioplastia	Campinas-SP	2003
106	Feminino	11	Mandíbula	x	Porto Alegre-RS	2003
107	Feminino	x	Face (terço médio e inferior)	x	Brasília-DF	2003
108	Feminino	x	Face (terço médio e inferior)	x	Brasília-DF	2003
109	Masculino	65	Face (terço médio)	Reconstrução órbita	Campinas-SP	2003
110	Masculino	x	Face (terço médio e inferior)	x	Brasília-DF	2003
111	Masculino	28	Coluna cervical e occipital	Estudo	Campinas-SP	2003
112	Masculino	x	Joelho	Estudo	Campinas-SP	2003
113	Masculino	72	Face (terço médio e inferior)	Neoplasia	Campinas-SP	2003
114	Masculino	35	Mandíbula e maxila	Fratura	Campinas-SP	2003
115	Feminino	x	Face (terço médio e inferior)	x	Brasília-DF	2003
116	Feminino	x	Face (terço médio e inferior)	x	Brasília-DF	2003
117	Masculino	42	Maxila	Estudo	Campinas-SP	2003
118	Masculino	41	Face (terço médio e inferior)	Fratura	Campinas-SP	2003
119	Feminino	32	Cabeça	Cranioplastia	São Paulo-SP	2003
120	Feminino	51	Maxila	Neoplasia	Piracicaba-SP	2003
121	Masculino	25	ATM	x	São Paulo-SP	2003
122	Masculino	30	Face	Fratura	Porto Alegre-RS	2003
123	Feminino	x	Face	Neoplasia	Campinas-SP	2003
124	Feminino	47	Face (terço médio e inferior)	Neoplasia	Campinas-SP	2003
125	Feminino	21	Face	Neoplasia	Campinas-SP	2003
126	Feminino	66	Face	Neoplasia	Campinas-SP	2003
127	Feminino	10	Cabeça	Síndrome congênita	São Paulo-SP	2003
128	Masculino	64	Face	Neoplasia	Campinas-SP	2003
129	Feminino	40	Face (terço médio e inferior)	Neoplasia	Campinas-SP	2003
130	Feminino	31	Face (terço médio e inferior)	Neoplasia	Campinas-SP	2003
131	Masculino	x	Face (terço médio)	Neoplasia	Campinas-SP	2003
132	Masculino	16	Face	Neoplasia	Campinas-SP	2003
133	Feminino	46	Maxila	Atrofia de maxila	Piracicaba-SP	2003
134	Masculino	53	ATM	Anquilose	São Paulo-SP	2003
135	Feminino	52	Face	Falha óssea	Campinas-SP	2003
136	Masculino	37	Face	Falha óssea	Campinas-SP	2003

137	Feminino	44	Face (terço médio e inferior)	Falhas na mandíbula e ATM	Campinas-SP	2003
138	Masculino	19	Cabeça	Síndrome de Apert	Campinas-SP	2003
139	Masculino	21	Cabeça	Cranioplastia	Porto Alegre-RS	2003
140	Masculino	27	Cabeça	Falha óssea na face	Porto Alegre-RS	2003
141	Masculino	14	Cabeça	Falha óssea na face	Porto Alegre-RS	2003
142	Feminino	29	Cabeça	x	Porto Alegre-RS	2003
143	Masculino	46	Cabeça	Cranioplastia	Campinas-SP	2003
144	Feminino	43	Maxila	x	Piracicaba-SP	2003
145	Masculino	83	Face	Falha óssea na face	Campinas-SP	2003
146	Feminino	44	Mandíbula	x	São Paulo-SP	2003
147	Masculino	38	Face	x	São Paulo-SP	2003
148	Masculino	70	Face (terço médio e inferior)	x	Campinas-SP	2003
149	Masculino	36	Face (terço médio e inferior)	Anquilose	Porto Alegre-RS	2003
150	Masculino	19	Cabeça	x	Campinas-SP	2003
151	Masculino	43	Quadril e fêmur	x	Lisboa-Portugal	2003
152	Masculino	11	Mandíbula	Neoplasia	Campinas-SP	2003
153	Feminino	70	Mandíbula e maxila	Neoplasia	Campinas-SP	2003
154	Masculino	52	Face (terço médio e inferior)	Neoplasia	Campinas-SP	2003
155	Masculino	40	Face (terço médio e inferior)	Sequela de ressecção	Campinas-SP	2003
156	Feminino	47	Cabeça	Falha óssea na face	São Paulo-SP	2004
157	Masculino	12	Cabeça	Falha óssea na face	São Paulo-SP	2004
158	Feminino	36	Mandíbula	Fratura	Campinas-SP	2004
159	Masculino	50	Face (terço médio e superior)	Neoplasia	Campinas-SP	2004
160	Feminino	55	Face (terço superior)	Aneurisma cerebral	Campinas-SP	2004
161	Feminino	28	Face (terço médio e inferior)	Neoplasia	Campinas-SP	2004
162	Feminino	53	Mandíbula e maxila	x	São Paulo-SP	2004
163	Masculino	51	Face	Deformidade facial	Campinas-SP	2004
164	Feminino	54	Face (terço superior)	Aneurisma cerebral	Campinas-SP	2004
165	Feminino	52	Maxila	Atrofia de maxila	Piracicaba-SP	2004
166	Masculino	67	Maxila	Implante	Londrina-PR	2004
167	Feminino	50	Face (terço médio e superior)	Neoplasia	Campinas-SP	2004
168	Feminino	28	Face (terço médio)	Neoplasia	Campinas-SP	2004
169	Masculino	27	Face	Falha óssea	Campinas-SP	2004
170	Masculino	71	Mandíbula e maxila	x	S J Campos-SP	2004
171	Masculino	7m	Cabeça	Síndrome congênita	São Paulo-SP	2004
172	Feminino	28	Mandíbula e maxila	Deformidade óssea	Santo André-SP	2004
173	Feminino	84	Mandíbula e maxila	Falha óssea na maxila	São Paulo-SP	2004
174	Masculino	50	Mandíbula	x	São Paulo-SP	2004
175	Masculino	25	Face	Fratura	Campinas-SP	2004
176	Feminino	33	Maxila	Implante	São Paulo-SP	2004
177	Feminino	32	Maxila	Implante	Rio Verde-GO	2004
178	Masculino	x	Maxila	Implante	Rio Verde-GO	2004
179	Feminino	67	Maxila	Falha óssea	São Paulo-SP	2004
180	Feminino	62	Face (terço médio e inferior)	Atrofia de maxila	Santo André-SP	2004
181	Feminino	17	Face	x	Santo André-SP	2004
182	Feminino	33	Face	Assimetria facial	Santo André-SP	2004
183	Masculino	26	Face (terço médio e inferior)	x	Santo André-SP	2004

184	Feminino	16	Maxila	Falha óssea na maxila	São Paulo-SP	2004
185	Feminino	45	Face	Falha óssea	Santo André-SP	2004
186	Masculino	19	Face (terço médio e inferior)	Assimetria facial	Piracicaba-SP	2004
187	Feminino	34	Mandíbula	Neoplasia	Porto Alegre-RS	2004
188	Masculino	50	Mandíbula e maxila	x	Campinas-SP	2004
189	Feminino	70	Mandíbula e maxila	Implante	São Paulo-SP	2004
190	Masculino	23	Face	x	Santo André-SP	2004
191	Masculino	20	Maxila	Assimetria facial	São Paulo-SP	2004
192	Feminino	43	Maxila	x	São Paulo-SP	2004
193	Feminino	15	Face	Síndrome Treacher-Collins	Piracicaba-SP	2004
194	Feminino	17	Mandíbula	Neoplasia	São Paulo-SP	2004
195	Masculino	25	Cabeça	Cranioplastia	Campinas-SP	2004
196	Masculino	22	ATM	Neoplasia	Campinas-SP	2004
197	Masculino	18	Órbita	Falha óssea na face	Bauru-SP	2004
198	Feminino	12	Órbita	Falha óssea na face	Campinas-SP	2004
199	Masculino	22	Face	ATM	São Paulo-SP	2004
200	Feminino	x	Cabeça	Síndrome congênita	Campinas-SP	2004
201	Feminino	22	Face	Falha óssea na maxila	Porto Alegre-RS	2004
202	Masculino	39	Órbita	Falha óssea na face	Porto Alegre-RS	2004
203	Feminino	44	Calota craniana	Cranioplastia	Campinas-SP	2004
204	Masculino	18	Mandíbula	Fratura	Campinas-SP	2004
205	Masculino	26	Face (terço superior)	Cranioplastia	Campinas-SP	2004
206	Masculino	38	Maxila	Implante	São Paulo-SP	2004
207	Masculino	28	Face	Falha óssea na face	São Paulo-SP	2004
208	Masculino	22	ATM	Anquilose	Bauru-SP	2004
209	Masculino	23	Face (terço médio e inferior)	Deformidade facial	Campinas-SP	2004
210	Masculino	10	ATM	Anquilose	Bauru-SP	2004
211	Feminino	32	Maxila	x	Campinas-SP	2004
212	Masculino	77	Maxila	Falha na Maxila	São Paulo-SP	2004
213	Feminino	18	ATM	Anquilose	Bauru-SP	2004
214	Masculino	x	Face	Deformidade facial	Campinas-SP	2004
215	Feminino	16	Órbita	Fratura	Piracicaba-SP	2004
216	Masculino	x	Maxila	x	Porto Alegre-RS	2004
217	Masculino	36	Face (terço médio e inferior)	x	Campinas-SP	2004
218	Masculino	61	Maxila	Atrofia de maxila	Londrina-PR	2004
219	Masculino	8	Cabeça	Síndrome Treacher-Collins	Campinas-SP	2004
220	Masculino	34	Calota craniana	Cranioplastia	Campinas-SP	2004
221	Feminino	76	Face (terço médio)	Neoplasia	Campinas-SP	2004
222	Masculino	43	Mandíbula e maxila	x		2004
223	Feminino	31	Mandíbula e maxila	Implante	Piracicaba-SP	2004
224	Feminino	66	Mandíbula	Implante	Campinas-SP	2004
225	Feminino	44	ATM	Def. dento-esquelética	Bauru-SP	2004
226	Masculino	21	Face	Deformidade facial	Bauru-SP	2004
227	Feminino	8	Face (terço médio e inferior)	x	Campinas-SP	2004
228	Feminino	64	Face	Deformidade facial	Campinas-SP	2004
229	Feminino	11	Cabeça	Encefalocele	Campinas-SP	2004
230	Masculino	55	Mandíbula e maxila	Edentulismo	Campinas-SP	2004

231	Feminino	41	Face (terço médio e superior)	Neoplasia	Campinas-SP	2004
232	Feminino	x	Mandíbula	Implante	São Paulo-SP	2004
233	Masculino	74	Mandíbula	Implante	São Paulo-SP	2004
234	Masculino	18	Maxila	Fissura na maxila	Porto Alegre-RS	2004
235	Feminino	64	Maxila	x	Campinas-SP	2004
236	Feminino	64	Maxila	x	Campinas-SP	2004
237	Masculino	36	Maxila	Fratura	Campinas-SP	2004
238	Masculino	67	Face	Neoplasia	Campinas-SP	2004
239	Feminino	42	Face e coluna cervical	Estudo	São Paulo-SP	2004
240	Masculino	15	Face	Fratura	Piracicaba-SP	2004
241	Masculino	x	Cabeça	Cranioplastia	São Paulo-SP	2004
242	Masculino	67	Maxila	x	Campinas-SP	2004
243	Feminino	52	Mandíbula	x	Rio de Janeiro-RJ	2004
244	Masculino	19	Face (terço médio e inferior)	Fissura palatina	Campinas-SP	2004
245	Masculino	75	Maxila	Implante	Rio de Janeiro-RJ	2004
246	Masculino	x	Face	x	São Paulo-SP	2004
247	Masculino	9	Cabeça	Cranioplastia	Ribeirão Preto-SP	2004
248	Feminino	61	Face (terço médio)	x	Campinas-SP	2004
249	Masculino	46	Maxila	Implante	São Paulo-SP	2004
250	Feminino	34	Mandíbula	x	São Paulo-SP	2004
251	Feminino	45	Maxila	Implante	Campinas-SP	2004
252	Feminino	67	Mandíbula	Neoplasia	Campinas-SP	2004
253	Feminino	20	Face (terço médio e inferior)	Fratura	Campinas-SP	2004
254	Feminino	34	Face	Deformidade facial	São Paulo-SP	2004
255	Masculino	51	Maxila	Implante	Bauru-SP	2004
256	Feminino	57	Maxila	Implante	Bauru-SP	2004
257	Feminino	70	Maxila	Implante	Bauru-SP	2004
258	Feminino	32	Maxila	Implante	Bauru-SP	2004
259	Masculino	64	Maxila	Implante	Bauru-SP	2004
260	Feminino	49	Maxila	Implante	Bauru-SP	2004
261	Feminino	64	Maxila	Implante	Bauru-SP	2004
262	Masculino	24	Mandíbula	Neoplasia	Piracicaba-SP	2005
263	Feminino	47	Mandíbula	Falha óssea na mandíbula	Piracicaba-SP	2005
264	Feminino	23	Face (terço médio e inferior)	Assimetria facial	São Paulo-SP	2005
265	Feminino	67	Maxila	Implante	Rio de Janeiro-RJ	2005
266	Masculino	30	Mandíbula	Neoplasia	Londrina-PR	2005
267	Masculino	55	Mandíbula	Fratura	Londrina-PR	2005
268	Masculino	47	Calota craniana	Cranioplastia	Campinas-SP	2005
269	Masculino	25	Face (terço superior)	Cranioplastia	Campinas-SP	2005
270	Masculino	63	Maxila	Implante	Campinas-SP	2005
271	Feminino	63	Face (terço superior)	Fratura	Campinas-SP	2005
272	Masculino	28	Mandíbula	Falha óssea na mandíbula	Campinas-SP	2005
273	Masculino	5	Calota craniana	Cranioplastia	Campinas-SP	2005
274	Feminino	50	Mandíbula	Falha óssea na mandíbula	Campinas-SP	2005
275	Masculino	26	Face (terço médio)	Lesão facial	Porto Alegre-RS	2005
276	Masculino	45	Maxila	Implante	Rio de Janeiro-RJ	2005
277	Feminino	60	Mandíbula	x	São Paulo-SP	2005

278	Feminino	17	Mandíbula	Neoplasia	São Paulo-SP	2005
279	Feminino	40	Face (terço médio)	Falha óssea na face	Porto Alegre-RS	2005
280	Masculino	39	Face (terço médio e inferior)	Anquilose	Porto Alegre-RS	2005
281	Masculino	74	Face (terço médio e inferior)	Falha óssea na face	Porto Alegre-RS	2005
282	Feminino	18	Face (terço médio e superior)	Síndrome genética	Porto Alegre-RS	2005
283	Feminino	66	Face (terço médio e inferior)	Ressecção de mandíbula	Porto Alegre-RS	2005
284	Feminino	37	Mandíbula	Neoplasia	São Paulo-SP	2005
285	Feminino	29	Maxila	Implante	Rio de Janeiro-RJ	2005
286	Feminino	30	Maxila	Implante	Rio de Janeiro-RJ	2005
287	Feminino	64	Maxila	x	Campinas-SP	2005
288	Feminino	57	Mandíbula e maxila	Implante	Campinas-SP	2005
289	Masculino	66	Face e coluna cervical	Estudo	São Paulo-SP	2005
290	Masculino	35	Maxila	Implante	Bauru-SP	2005
291	Masculino	x	Face (terço médio)	x	Campinas-SP	2005
292	Feminino	42	Mandíbula	Neoplasia	Campinas-SP	2005
293	Feminino	60	Maxila	Implante	Lavras-MG	2005
294	Feminino	16	ATM	Anquilose	Bauru-SP	2005
295	Masculino	50	Face (terço médio e inferior)	x	Ribeirão Preto-SP	2005
296	Feminino	24	Face (terço médio e inferior)	Deformidade facial	Campinas-SP	2005
297	Feminino	59	Face (terço médio e inferior)	Implante	Campinas-SP	2005
298	Masculino	45	Mandíbula	x	Sertaneja-PR	2005
299	Masculino	54	Maxila	Atrofia de maxila	Bauru-SP	2005
300	Masculino	29	Maxila	Atrofia de maxila	Bauru-SP	2005
301	Feminino	62	Maxila	Atrofia de maxila	Bauru-SP	2005
302	Masculino	42	Face	Fratura	Porto Alegre-RS	2005
303	Masculino	74	Face	Falha óssea na face	Porto Alegre-RS	2005
304	Masculino	40	Face	Falha óssea na face	Porto Alegre-RS	2005
305	Feminino	52	Face (terço médio e superior)	Cranioplastia	Porto Alegre-RS	2005
306	Feminino	64	Mandíbula	Falha óssea	São Paulo-SP	2005
307	Feminino	66	Face (terço médio e superior)	Cranioplastia	Campinas-SP	2005
308	Masculino	x	Mandíbula e maxila	Edentulismo	São Paulo-SP	2005
309	Masculino	41	Mandíbula	Neoplasia	Piracicaba-SP	2005
310	Feminino	41	Face	Fratura	Bauru-SP	2005
311	Feminino	19	Face (terço médio e inferior)	Assimetria facial	Campinas-SP	2005
312	Masculino	66	Mandíbula	Falha óssea	Campinas-SP	2005
313	Masculino	22	Órbita	Fratura	Campinas-SP	2005
314	Feminino	17	Mandíbula	Deformidade facial	Bauru-SP	2005
315	Feminino	20	Face (terço médio e inferior)	Cirurgia ortognática	Piracicaba-SP	2005
316	Masculino	x	Órbita	Falha óssea	São Paulo-SP	2005
317	Masculino	59	Mandíbula	Neoplasia	São Paulo-SP	2005
318	Masculino	52	Mandíbula	Neoplasia	Londrina-PR	2005
319	Feminino	53	Mandíbula	Atrofia de mandíbula	Piracicaba-SP	2005
320	Masculino	85	Face (terço médio)	Neoplasia	Campinas-SP	2005
321	Masculino	65	Maxila	Implante	São Paulo-SP	2005
322	Masculino	39	Órbita	Falha óssea	Piracicaba-SP	2005
323	Masculino	14	Mandíbula	Neoplasia	Natal-RN	2005
324	Feminino	29	Mandíbula	Falha óssea	Curitiba-PR	2005

325	Feminino	38	Face	Trauma craniofacial	Piracicaba-SP	2005
326	Feminino	54	Face (terço médio)	Fratura	Campinas-SP	2005
327	Feminino	49	Face (terço médio)	Deformidade facial	Campinas-SP	2005
328	Masculino	56	Mandíbula	Neoplasia	São Paulo-SP	2005
329	Feminino	18	Órbita	Deformidade facial	São Paulo-SP	2005
330	Masculino	51	Face (terço médio)	x	São Paulo-SP	2005
331	Masculino	1	Face	Deformidade facial	São Paulo-SP	2005
332	Masculino	44	Mandíbula	Neoplasia	Campinas-SP	2005
333	Feminino	73	Mandíbula e maxila	Implante	São Paulo-SP	2005
334	Feminino	41	Maxila	Implante	Campinas-SP	2005
335	Feminino	56	Maxila	Implante	Campinas-SP	2005
336	Feminino	23	ATM	Anquilose	Bauru-SP	2005
337	Feminino	x	Mandíbula e maxila	Falha óssea	Maceió-AL	2005
338	Feminino	38	Maxila	Neoplasia	Londrina-PR	2005
339	Feminino	52	Maxila	Implante	Campinas-SP	2005
340	Masculino	61	Face	Falha óssea	São Paulo-SP	2005
341	Masculino	x	Calota craniana	Cranioplastia	Araraquara-SP	2005
342	Masculino	54	Face	Assimetria facial	Araraquara-SP	2005
343	Masculino	69	Mandíbula	Edentulismo e Fratura	São Paulo-SP	2005
344	Feminino	19	Quadril	Deformidade óssea	São Paulo-SP	2005
345	Masculino	10	Pés	x	São Paulo-SP	2005
346	Masculino	14	Face (terço médio e inferior)	Síndrome de Crouzon	Bauru-SP	2005
347	Masculino	63	Mandíbula	Falha óssea	Piracicaba-SP	2005
348	Masculino	49	Mandíbula	Neoplasia	Campinas-SP	2005
349	Masculino	7	ATM	Anquilose	Bauru-SP	2005
350	Feminino	24	Órbita	x	São Paulo-SP	2005
351	Feminino	47	Mandíbula	Fratura	São Paulo-SP	2005
352	Feminino	19	Mandíbula	Fratura	São Paulo-SP	2005
353	Feminino	37	Mandíbula	Fratura	Londrina-PR	2005
354	Masculino	48	Maxila	Implante	Curitiba-PR	2005
355	Feminino	51	Maxila	Implante	Curitiba-PR	2005
356	Feminino	60	Mandíbula e maxila	Edentulismo	Valinhos-SP	2005
357	Masculino	35	Face	x	Campinas-SP	2005
358	Masculino	21	Mandíbula	Neoplasia	Piracicaba-SP	2005
359	Feminino	51	Maxila	Implante	Santiago-Chile	2005
360	Masculino	46	Mandíbula	Estudo	Piracicaba-SP	2005
361	Feminino	x	Maxila	Implante	Santiago-Chile	2005
362	Masculino	x	Maxila	Implante	Santiago-Chile	2005
363	Masculino	78	Maxila	Implante	Santiago-Chile	2005
364	Masculino	x	Mandíbula	Implante	Curitiba-PR	2005
365	Feminino	18	Face	Assimetria facial	Quito-Ecuador	2005
366	Masculino	41	Quadril	x	Campinas-SP	2005
367	Feminino	29	Calota craniana	Cranioplastia	Campinas-SP	2005
368	Masculino	63	Maxila	Neoplasia	São Paulo-SP	2005
369	Masculino	52	Mandíbula	Neoplasia	Campinas-SP	2005
370	Feminino	x	Maxila	Neoplasia	Natal-RN	2005
371	Masculino	x	Órbita	Fratura	São Paulo-SP	2005

372	Feminino	66	Maxila	Implante	Campinas-SP	2006
373	Feminino	20	Face (terço médio e inferior)	x	São Paulo-SP	2006
374	Feminino	16	Mandíbula	x	Campinas-SP	2006
375	Masculino	20	Mandíbula	Neoplasia	Piracicaba-SP	2006
376	Feminino	41	Face (terço médio e inferior)	x	Campinas-SP	2006
377	Feminino	63	Maxila	Implante	Londrina-PR	2006
378	Masculino	31	Face	Deformidade facial	São Paulo-SP	2006
379	Feminino	23	Face (terço médio e inferior)	Assimetria facial	São Paulo-SP	2006
380	Masculino	12	Face	Anquilose	Piracicaba-SP	2006
381	Feminino	x	Maxila	Implante		2006
382	Masculino	x	Maxila	Implante	Curitiba-PR	2006
383	Masculino	20	Face (terço médio e inferior)	Deformidade dentofacial	Piracicaba-SP	2006
384	Masculino	3	Cabeça	Síndrome de Crouzon	Campinas-SP	2006
385	Masculino	8	Cabeça	Síndrome de Crouzon	Campinas-SP	2006
386	Feminino	21	Cabeça	Síndrome de Crouzon	Campinas-SP	2006
387	Masculino	6	Cabeça	Fissura rara hipertelorbitismo	Campinas-SP	2006
388	Feminino	10	Cabeça	Síndrome de Apert	Campinas-SP	2006
389	Feminino	6	Cabeça	Fissura rara 04	Campinas-SP	2006
390	Masculino	7	Cabeça	Síndrome de Crouzon	Campinas-SP	2006
391	Feminino	11	Cabeça	x	Campinas-SP	2006
392	Feminino	34	Cabeça	Síndrome de Crouzon	Campinas-SP	2006
393	Masculino	5	Cabeça	Síndrome de Crouzon	Campinas-SP	2006
394	Feminino	57	Maxila	Atrofia de maxila	Piracicaba-SP	2006
395	Feminino	21	Cabeça	x	Campinas-SP	2006
396	Feminino	16	Cabeça	x	Campinas-SP	2006
397	Masculino	43	Mandíbula e maxila	Def. dento-esquelética	Bauru-SP	2006
398	Masculino	41	Órbita	Fratura	Canoas-RS	2006
399	Masculino	28	Face	x	Canoas-RS	2006
400	Masculino	x	Face (terço médio)	Fratura	Campinas-SP	2006
401	Masculino	11	Cabeça	x	Campinas-SP	2006
402	Feminino	6	Cabeça	Síndrome congênita	Campinas-SP	2006
403	Feminino	6	Cabeça	Paralisia facial congênita	Sorocaba-SP	2006
404	Feminino	41	Face	Fratura	Bauru-SP	2006
405	Feminino	24	ATM	Anquilose	São Paulo-SP	2006
406	Masculino	41	Face (terço médio e inferior)	Falha óssea	Campinas-SP	2006
407	Masculino	28	Órbita	Fratura	Piracicaba-SP	2006
408	Masculino	22	Órbita	Fratura	Piracicaba-SP	2006
409	Feminino	55	Maxila	Edentulismo	Curitiba-PR	2006
410	Feminino	36	Face	Falha óssea	Campinas-SP	2006
411	Masculino	22	Calota craniana	Turricéfalia	São Paulo-SP	2006
412	Masculino	35	Mandíbula e maxila	Micrognatia mandibular	São Paulo-SP	2006
413	Masculino	10	Mandíbula e maxila	Assimetria mandibular	São Paulo-SP	2006
414	Feminino	23	Mandíbula e maxila	Assimetria mandibular	São Paulo-SP	2006
415	Masculino	21	Calota craniana	Cranioplastia	Campinas-SP	2006
416	Masculino	x	Face	Assimetria facial	Sorocaba-SP	2006
417	Feminino	41	Maxila	Perda óssea e dentária	São Paulo-SP	2006
418	Masculino	31	Calota craniana	Cranioplastia	Americana-SP	2006

419	Feminino	12	Face	Síndrome congênita	Campinas-SP	2006
420	Feminino	4	Cabeça	x	Campinas-SP	2006
421	Feminino	5	Cabeça	x	Campinas-SP	2006
422	Masculino	x	Face (terço médio e inferior)	x	São Paulo-SP	2006
423	Masculino	x	Face (terço médio)	Falha óssea na face	São Paulo-SP	2006
424	Feminino	31	Maxila	Falha óssea na face	Rio de Janeiro-RJ	2006
425	Masculino	x	Face (terço médio e inferior)	x	Campinas-SP	2006
426	Feminino	31	Maxila	Cirurgia ortognática	Bauru-SP	2006
427	Feminino	19	Mandíbula	Neoplasia	Curitiba-PR	2006
428	Masculino	31	Mandíbula	Neoplasia	Curitiba-PR	2006
429	Masculino	2	Cabeça	x	Suíça	2006
430	Masculino	x	Mandíbula	Estudo	Curitiba-PR	2006
431	Masculino	x	Face	Fratura	Campinas-SP	2006
432	Feminino	50	Maxila	Atrofia de maxila	São Paulo-SP	2006
433	Feminino	17	Mandíbula	Neoplasia	Piracicaba-SP	2006
434	Masculino	13	Mandíbula	Neoplasia	Nova Iguaçu-RJ	2006
435	Masculino	x	Calota craniana	Cranioplastia	Petrópolis-RJ	2006
436	Feminino	73	Mandíbula	Neoplasia	Campinas-SP	2006
437	Feminino	20	Calota craniana	Cranioplastia	Bauru-SP	2006
438	Feminino	x	Maxila	Implante	Rio de Janeiro-RJ	2006
439	Feminino	50	Mandíbula	Falha óssea	Londrina-PR	2006
440	Masculino	20	Face	Síndrome Blau Stevenson	São Paulo-SP	2006
441	Masculino	26	Mandíbula	Fratura	João Pessoa-PB	2006
442	Masculino	29	Mandíbula e maxila	Perda óssea e dentária	Piracicaba-SP	2006
443	Masculino	48	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2006
444	Feminino	46	Mandíbula e maxila	Deformidade dentofacial	Campinas-SP	2006
445	Masculino	60	Órbita	Fratura	Canoas-RS	2006
446	Feminino	20	Face (terço médio e inferior)	Assimetria facial	São Paulo-SP	2006
447	Masculino	24	Face	Assimetria facial	Porto Alegre-RS	2006
448	Feminino	28	Maxila	Neoplasia	São Paulo-SP	2006
449	Feminino	24	Mandíbula	Fenda mandibular	Natal-RN	2006
450	Masculino	x	Órbita	Deformidade facial	Joaçaba-SC	2006
451	Masculino	12	Mandíbula	Fratura	Piracicaba-SP	2006
452	Masculino	69	Mandíbula	Enxerto ósseo	Americana-SP	2006
453	Feminino	17	Mandíbula	Neoplasia	Campinas-SP	2006
454	Masculino	x	Calota craniana	Falha óssea na face	Campinas-SP	2006
455	Masculino	39	Mandíbula	Neoplasia	Canoas-RS	2006
456	Masculino	19	Face (terço médio e inferior)	Deformidade facial	São Paulo-SP	2006
457	Feminino	56	Maxila	Neoplasia	Porto Alegre-RS	2006
458	Masculino	19	Face	Deformidade facial	Bauru-SP	2006
459	Feminino	65	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2006
460	Masculino	26	Face (terço médio)	Desvio de septo nasal	Campinas-SP	2006
461	Masculino	33	Cabeça	Dente supra numérico	Sorocaba-SP	2006
462	Masculino	58	Face (terço médio)	Desvio de septo nasal	Sorocaba-SP	2006
463	Feminino	51	Mandíbula	Neoplasia	Piracicaba-SP	2006
464	Masculino	12	Mandíbula	Assimetria mandibular	Campinas-SP	2006
465	Masculino	10	Pés	Estudo	São Paulo-SP	2006

466	Masculino	19	Face	Fratura	Petrópolis-RJ	2006
467	Feminino	31	Face (terço médio e inferior)	Assimetria facial	São Paulo-SP	2006
468	Masculino	40	Mandíbula	Neoplasia	Rio de Janeiro-RJ	2006
469	Feminino	66	Maxila	Perda óssea e dentária	São Paulo-SP	2006
470	Feminino	36	Face (terço médio e inferior)	Falha óssea na face	Campinas-SP	2006
471	Feminino	46	Maxila	Atrofia de maxila	Ribeirão Preto-SP	2006
472	Feminino	17	Mandíbula	Edentulismo	São Paulo-SP	2006
473	Masculino	35	Mandíbula	Fratura	Piracicaba-SP	2006
474	Feminino	40	Maxila	Atrofia de maxila	Ribeirão Preto-SP	2006
475	Feminino	67	Mandíbula	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2006
476	Feminino	46	Mandíbula	Má oclusão classe II	Belo Horizonte-MG	2006
477	Feminino	19	Mandíbula	Reabsorção condilar	Bauru-SP	2006
478	Feminino	64	Maxila	Atresia de maxila	Ribeirão Preto-SP	2006
479	Masculino	15	Face (terço médio e inferior)	Microsomia Hemifacial	Rio de Janeiro-RJ	2006
480	Feminino	50	Maxila	Atrofia de maxila	São Paulo-SP	2006
481	Masculino	x	Mandíbula	Neoplasia	Petrópolis-RJ	2006
482	Masculino	45	Maxila	Atrofia de maxila	Rio de Janeiro-RJ	2006
483	Masculino	41	Mandíbula	Neoplasia	Belo Horizonte-MG	2006
484	Feminino	31	Mandíbula	Neoplasia	São Paulo-SP	2006
485	Feminino	62	Face (terço médio e inferior)	Anquilose	São Paulo-SP	2006
486	Feminino	37	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2006
487	Feminino	x	Mandíbula	Perda óssea e dentária	São Paulo-SP	2006
488	Masculino	x	Face (terço médio)	Deformidade facial	São Paulo-SP	2006
489	Masculino	9	Face (terço médio e inferior)	Neoplasia	Rio de Janeiro-RJ	2006
490	Feminino	41	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2006
491	Feminino	33	Maxila	Atresia de maxila	Porto Alegre-RS	2006
492	Feminino	x	Maxila	Microsomia Hemifacial	São Paulo-SP	2006
493	Masculino	46	Maxila	Atresia de maxila	Porto Alegre-RS	2006
494	Masculino	x	Face (terço médio e inferior)	Microsomia Hemifacial	São Paulo-SP	2006
495	Masculino	x	Face (terço médio)	Fratura	São Paulo-SP	2006
496	Feminino	x	Face (terço médio e inferior)	Assimetria facial	São Paulo-SP	2006
497	Masculino	64	Maxila	Perda óssea e dentária	São Paulo-SP	2006
498	Feminino	50	Maxila	Perda óssea alveolar	Umarizal-RN	2006
499	Masculino	14	Face	Assimetria facial	Ribeirão Preto-SP	2006
500	Feminino	28	Face	Deformidade craniofacial	Santos-SP	2006
501	Masculino	x	Maxila	Atrofia de maxila	Araçatuba-SP	2006
502	Masculino	22	Face (terço médio)	Deformidade facial	Piracicaba-SP	2006
503	Masculino	x	Face (terço médio)	Fratura	Canoas-RS	2006
504	Feminino	34	Órbita	Falha óssea na face	Recife-PE	2006
505	Masculino	48	Maxila	Perda óssea e dentária	São Paulo-SP	2006
506	Feminino	21	Face (terço médio e inferior)	Deformidade dentofacial	Rio de Janeiro-RJ	2006
507	Masculino	65	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2006
508	Feminino	67	Mandíbula e maxila	Perda óssea e dentária	São Paulo-SP	2006
509	Feminino	19	Face (terço médio e inferior)	x	Bauru-SP	2006
510	Masculino	73	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2006
511	Feminino	24	Mandíbula	Neoplasia		2006
512	Masculino	28	Face (terço médio e inferior)	Microsomia hemifacial	Rio de Janeiro-RJ	2006

513	Masculino	40	Mandíbula	Neoplasia	Belo Horizonte-MG	2006
514	Feminino	48	Maxila	Atresia de maxila	Porto Alegre-RS	2006
515	Masculino	34	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2006
516	Feminino	22	Maxila	Atresia de maxila	Porto Alegre-RS	2006
517	Feminino	x	Maxila	Atresia de maxila	Porto Alegre-RS	2006
518	Feminino	60	Maxila	Atresia de maxila	Porto Alegre-RS	2006
519	Masculino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2006
520	Masculino	19	Face (terço médio e superior)	Neoplasia	Campinas-SP	2006
521	Masculino	63	Maxila	Perda óssea e dentária	São Paulo-SP	2006
522	Feminino	22	Face	Deformidade dentofacial	Campinas-SP	2006
523	Feminino	40	Mandíbula	Falha óssea na mandíbula	São Paulo-SP	2006
524	Feminino	57	Maxila	Perda dentária	Belém-PA	2006
525	Feminino	x	Mandíbula	Neoplasia	Cuiabá-MT	2006
526	Feminino	x	Mandíbula	Fratura	Cuiabá-MT	2006
527	Feminino	57	Maxila	Perda óssea e dentária	Campinas-SP	2006
528	Feminino	52	Mandíbula	Osteomelite	Piracicaba-SP	2006
529	Masculino	24	Maxila	Neoplasia	Piracicaba-SP	2006
530	Feminino	x	Maxila	Implante	Campinas-SP	2006
531	Feminino	27	Face (terço médio e inferior)	Assimetria facial	Salvador-BA	2006
532	Feminino	25	Face (terço médio)	Neoplasia	Piracicaba-SP	2006
533	Feminino	71	Maxila	Perda óssea e dentária	São Paulo-SP	2006
534	Feminino	45	Maxila	Perda óssea e dentária	São Paulo-SP	2006
535	Feminino	55	Mandíbula	Perda óssea e dentária	São Paulo-SP	2006
536	Feminino	63	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2006
537	Feminino	55	Maxila	Atrofia de maxila	Rio de Janeiro-RJ	2006
538	Feminino	x	Face (terço médio e inferior)	Cirurgia ortognática	São Paulo-SP	2006
539	Masculino	4	Calota craniana	Síndrome de Crouzon	Petrópolis-RJ	2006
540	Masculino	60	Mandíbula	Perda óssea e dentária	Campinas-SP	2006
541	Masculino	10	ATM	Anquilose	Bauru-SP	2006
542	Feminino	10	Face (terço médio e inferior)	Cirurgia ortognática	São Paulo-SP	2006
543	Masculino	45	Órbita	Fratura	Canoas-RS	2006
544	Feminino	49	Maxila	Edentulismo	Campinas-SP	2006
545	Feminino	70	Maxila	Edentulismo	Araçatuba-SP	2006
546	Feminino	37	Mandíbula e maxila	Edentulismo	Campinas-SP	2006
547	Feminino	38	Mandíbula	Cisto odontogênico	São Paulo-SP	2006
548	Masculino	2	Maxila	Mixoma odontogênico	Belo Horizonte-MG	2006
549	Feminino	14	Mandíbula	Neoplasia	Cuiabá-MT	2006
550	Feminino	44	Maxila	Deformidade facial	Belo Horizonte-MG	2006
551	Feminino	50	Maxila	Perda óssea alveolar	Campinas-SP	2006
552	Masculino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	São Paulo-SP	2006
553	Masculino	23	Maxila	Enxerto ósseo	Campinas-SP	2006
554	Feminino	34	Face	Fratura	Campinas-SP	2006
555	Feminino	59	Maxila	Fratura	Porto Alegre-RS	2006
556	Masculino	50	Órbita e nariz	Fratura	Piracicaba-SP	2006
557	Masculino	56	Mandíbula e maxila	Edentulismo	São Paulo-SP	2006
558	Masculino	59	Maxila	Edentulismo	Belo Horizonte-MG	2006
559	Masculino	20	Mandíbula	Distração osteogênica	São Paulo-SP	2006

560	Masculino	57	Maxila	Edentulismo	São Paulo-SP	2006
561	Feminino	1	Quadril	Displasia do quadril	São Paulo-SP	2006
562	Feminino	10	Mandíbula	Neoplasia	Cuiabá-MT	2006
563	Masculino	x	Mandíbula e maxila	Cirurgia ortognática	Taubaté-SP	2006
564	Feminino	66	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2006
565	Masculino	5	Mandíbula	Fratura	Belo Horizonte-MG	2006
566	Feminino	27	Face (terço médio e inferior)	Anquilose	São Paulo-SP	2006
567	Masculino	39	Maxila	Edentulismo	Belo Horizonte-MG	2006
568	Feminino	36	ATM	Anquilose	São Paulo-SP	2006
569	Masculino	23	Órbitas e zigomático	Fratura	Piracicaba-SP	2006
570	Masculino	12	Tíbia e fíbula	Osteomelite pseudo artrose	São Paulo-SP	2006
571	Feminino	7	Cabeça	Anquilose	Sorocaba-SP	2006
572	Masculino	x	Maxila	Implante	São Paulo-SP	2007
573	Masculino	46	Mandíbula	Fratura	São Paulo-SP	2007
574	Masculino	29	Maxila	Fratura	Porto Alegre-RS	2007
575	Feminino	23	Orelha	Avulsão de orelha	Ribeirão Preto-SP	2007
576	Masculino	42	Órbita	Fratura	São Paulo-SP	2007
577	Feminino	25	ATM	Hipertrofia de ATM	São Paulo-SP	2007
578	Masculino	48	Mandíbula	Neoplasia	Campinas-SP	2007
579	Masculino	22	Órbita	Fratura	Piracicaba-SP	2007
580	Feminino	34	Mandíbula	Assimetria mandibular	Piracicaba-SP	2007
581	Feminino	34	Face (terço médio e superior)	Fratura	Salvador-BA	2007
582	Masculino	66	Maxila	Atrofia de maxila	Rio de Janeiro-RJ	2007
583	Masculino	69	Mandíbula	Neoplasia	Salvador-BA	2007
584	Feminino	22	Maxila	Fissura naso-palatina	São Paulo-SP	2007
585	Feminino	50	Maxila	Fratura	Niterói-RJ	2007
586	Masculino	42	Face (terço médio e superior)	Fratura	São Paulo-SP	2007
587	Feminino	39	Maxila	Atrofia de maxila	São Paulo-SP	2007
588	Masculino	48	Mandíbula	Fratura	São Paulo-SP	2007
589	Feminino	54	Mandíbula	Displasia Fibrosa	São Paulo-SP	2007
590	Masculino	27	Maxila	Atrofia de maxila	Niterói-RJ	2007
591	Feminino	64	Maxila	Edentulismo	Campinas-SP	2007
592	Masculino	42	Mandíbula	Neoplasia	Campinas-SP	2007
593	Feminino	43	Face	Neoplasia	Campinas-SP	2007
594	Masculino	35	Cabeça de fêmur	Necrose de quadril	Campinas-SP	2007
595	Masculino	42	Maxila	Neoplasia	Camaragibe-PE	2007
596	Masculino	35	Face (terço médio e superior)	Neoplasia	Belém-PA	2007
597	Feminino	31	Mandíbula	Neoplasia	Piracicaba-SP	2007
598	Feminino	61	Maxila	Atrofia de maxila	Ribeirão Preto-SP	2007
599	Feminino	42	Mandíbula	Fratura	Recife-PE	2007
600	Masculino	30	Maxila	Fratura	Campinas-SP	2007
601	Masculino	31	Maxila	Edentulismo	Campinas-SP	2007
602	Feminino	33	Mandíbula	Degeneração dos côndilos	Piracicaba-SP	2007
603	Feminino	43	Mandíbula	Displasia	São Paulo-SP	2007
604	Feminino	3	Quadril	Displasia	São Paulo-SP	2007
605	Feminino	16	ATM	Anquilose	São Paulo-SP	2007
606	Feminino	45	ATM	Anquilose	Niterói-RJ	2007

607	Feminino	25	Mandíbula	Neoplasia	Fortaleza-CE	2007
608	Masculino	48	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2007
609	Feminino	61	Maxila	Edentulismo	Belém-PA	2007
610	Feminino	x	Maxila	Implante	São Paulo-SP	2007
611	Masculino	36	Calota craniana	Cranioplastia	Muriae-MG	2007
612	Feminino	33	Mandíbula	Neoplasia	Curitiba-PR	2007
613	Feminino	23	Mandíbula	Deformidade facial	Ribeirão Preto-SP	2007
614	Feminino	x	Mandíbula	Deformidade facial	Campinas-SP	2007
615	Masculino	25	Cabeça	Deformidade craniofacial	Campinas-SP	2007
616	Masculino	17	Mandíbula	Fratura	Porto Alegre-RS	2007
617	Feminino	52	Maxila	Implante	Piracicaba-SP	2007
618	Feminino	37	Face	Deformidade facial	Ribeirão Preto-SP	2007
619	Feminino	52	Maxila	Perda óssea e dentária	Ribeirão Preto-SP	2007
620	Masculino	18	Mandíbula	Deformidade dentofacial	Campinas-SP	2007
621	Masculino	14	Calota craniana	Cranioplastia	Campinas-SP	2007
622	Masculino	23	Mandíbula	Neoplasia	São Paulo-SP	2007
623	Feminino	46	Mandíbula	Deformidade dentofacial	Campinas-SP	2007
624	Feminino	41	Face	Fratura	Piracicaba-SP	2007
625	Masculino	28	Face	Fratura	Piracicaba-SP	2007
626	Feminino	29	Maxila	Perda óssea alveolar	Piracicaba-SP	2007
627	Masculino	57	Mandíbula	Perda óssea e dentária	Joinville-SC	2007
628	Masculino	65	Maxila	Atrofia de maxila	Ribeirão Preto-SP	2007
629	Feminino	74	Maxila	Atrofia de maxila	Ribeirão Preto-SP	2007
630	Feminino	40	Mandíbula	Deformidade facial	Porto Alegre-RS	2007
631	Masculino	54	ATM	Anquilose	São Paulo-SP	2007
632	Feminino	36	ATM	Anquilose	São Paulo-SP	2007
633	Feminino	51	Maxila	Atrofia de maxila	São Paulo-SP	2007
634	Feminino	40	Maxila	Atrofia de maxila	São Paulo-SP	2007
635	Feminino	49	Órbita	Fratura	Porto Alegre-RS	2007
636	Masculino	45	Quadril, membros inferiores	Deformidade óssea	São Paulo-SP	2007
637	Feminino	34	Quadril, membros inferiores	Deformidade óssea	São Paulo-SP	2007
638	Feminino	44	ATM	Disfunção de ATM	Campinas-SP	2007
639	Feminino	48	Coluna	Cirurgia corretiva	Goiânia-GO	2007
640	Feminino	30	Mandíbula	Deformidade de mandíbula	Porto Alegre-RS	2007
641	Masculino	27	Calota craniana	Fratura	Rio de Janeiro-RJ	2007
642	Feminino	28	Mandíbula	Neoplasia	Aracaju-SE	2007
643	Masculino	8	ATM	Anquilose	Camargibe-PE	2007
644	Masculino	24	Órbita	Fratura	Niterói-RJ	2007
645	Feminino	23	Quadril, membros inferiores	Deformidade óssea	São Paulo-SP	2007
646	Masculino	19	Quadril, membros inferiores	Deformidade óssea	São Paulo-SP	2007
647	Masculino	13	Quadril	Displasia do quadril	São Paulo-SP	2007
648	Masculino	15	Joelho	Luxação de Joelho	São Paulo-SP	2007
649	Feminino	x	Maxila	Guias	São Paulo-SP	2007
650	Masculino	35	Mandíbula	Hiperplasia condilar	Campinas-SP	2007
651	Masculino	53	Maxila	Edentulismo	Campinas-SP	2007
652	Masculino	35	Face	Síndrome de Binder	Campinas-SP	2007
653	Masculino	x	Face (terço médio)	Fratura	Florianópolis-SC	2007

654	Feminino	13	Mandíbula	Neoplasia	Florianópolis-SC	2007
655	Feminino	38	Maxila	Edentulismo	Campinas-SP	2007
656	Feminino	39	Mandíbula	Fratura	Piracicaba-SP	2007
657	Feminino	5	ATM	Anquilose	Rio de Janeiro-RJ	2007
658	Feminino	24	Face (terço médio e superior)	Fratura	Porto Alegre-RS	2007
659	Masculino	45	Maxila	Atrofia de maxila	Ribeirão Preto-SP	2007
660	Masculino	56	Maxila	Atrofia de maxila	Ribeirão Preto-SP	2007
661	Masculino	68	Maxila	Atrofia de maxila	Ribeirão Preto-SP	2007
662	Feminino	48	Mandíbula	Neoplasia	Ribeirão Preto-SP	2007
663	Masculino	47	Mandíbula	Neoplasia	Ribeirão Preto-SP	2007
664	Masculino	29	ATM	Anquilose	Fortaleza-CE	2007
665	Feminino	19	ATM	Anquilose	Fortaleza-CE	2007
666	Feminino	23	ATM	Disfunção de ATM	São Paulo-SP	2007
667	Feminino	26	Face	Fratura	Porto Alegre-RS	2007
668	Feminino	45	Maxila	Edentulismo	Campinas-SP	2007
669	Masculino	x	Maxila	Guias	São Paulo-SP	2007
670	Feminino	x	Mandíbula	Guias	São Paulo-SP	2007
671	Masculino	x	Maxila	Guias	São Paulo-SP	2007
672	Masculino	x	Mandíbula e maxila	Guias	São Paulo-SP	2007
673	Feminino	x	Mandíbula	Guias	São Paulo-SP	2007
674	Feminino	70	Maxila	Neoplasia	Goiânia-GO	2007
675	Masculino	60	Face (terço médio)	Fratura	Salvador-BA	2007
676	Masculino	5	ATM	Anquilose	Recife-PE	2007
677	Masculino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	Campinas-SP	2007
678	Masculino	45	Maxila	Edentulismo	Campinas-SP	2007
679	Feminino	26	Face	Deformidade óssea	Rio de Janeiro-RJ	2007
680	Feminino	60	Maxila	Atrofia de maxila	Ribeirão Preto-SP	2007
681	Feminino	22	Face (terço médio e inferior)	Deformidade facial	Guarulhos-SP	2007
682	Feminino	20	Mandíbula	Neoplasia	Curitiba-PR	2007
683	Masculino	39	Face	Fratura	São Paulo-SP	2007
684	Feminino	10	Face (terço médio e inferior)	Deformidade facial	São Paulo-SP	2007
685	Feminino	35	Face	Assimetria Facial	Ribeirão Preto-SP	2007
686	Feminino	61	Face (terço médio)	Neoplasia	Ribeirão Preto-SP	2007
687	Masculino	51	Face (terço médio e inferior)	Fratura	Piracicaba-SP	2007
688	Masculino	25	Face (terço médio e inferior)	Deformidade dentofacial	São Paulo-SP	2007
689	Feminino	66	Maxila	Implante	São Paulo-SP	2007
690	Masculino	42	Mandíbula	Perda dentária	Goiânia-GO	2007
691	Feminino	x	Mandíbula	Atrofia de mandíbula	Teresina-PI	2007
692	Masculino	40	Mandíbula	Edentulismo	Goiânia-GO	2007
693	Feminino	27	Face	Microsomia hemifacial	Rio de Janeiro-RJ	2007
694	Masculino	47	Maxila	Atrofia de maxila	Campinas-SP	2007
695	Masculino	24	Face (terço médio e inferior)	Deformidade dentofacial	Cuiabá-MT	2007
696	Feminino	28	Face (terço médio e inferior)	Deformidade dentofacial	Campinas-SP	2007
697	Masculino	46	Maxila	Neoplasia	Campinas-SP	2007
698	Feminino	17	Maxila	Neoplasia	Ribeirão Preto-SP	2007
699	Feminino	17	Face	Microsomia Hemifacial	Rio de Janeiro-RJ	2007
700	Masculino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2007

701	Masculino	47	Maxila	Perda óssea e dentária	Campinas-SP	2007
702	Masculino	47	Maxila	Edentulismo	Campinas-SP	2007
703	Masculino	18	Ombro	Falha óssea	São Paulo-SP	2007
704	Feminino	33	Mandíbula	Ceratocisco Odontogênico	Niterói-RJ	2007
705	Masculino	41	Face	Fratura	Campinas-SP	2007
706	Masculino	62	Mandíbula	Fratura	Cuiabá-MT	2007
707	Feminino	18	ATM	Disfunção de ATM	Campinas-SP	2007
708	Masculino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2007
709	Feminino	11	ATM	Anquilose	Piracicaba-SP	2007
710	Feminino	36	Mandíbula	Neoplasia	Maceió-AL	2007
711	Feminino	55	Maxila	Edentulismo	Campinas-SP	2007
712	Feminino	46	Maxila	Atrofia de maxila	Jales-SP	2007
713	Masculino	53	Calota craniana	Cranioplastia	Muriaé-MG	2007
714	Masculino	68	Vértebras lombares	Cirurgia corretiva	Goiânia-GO	2007
715	Feminino	31	Mandíbula	Neoplasia	São Paulo-SP	2007
716	Feminino	33	Mandíbula	Neoplasia	Recife-PE	2007
717	Masculino	59	Mandíbula	Neoplasia	Londrina-PR	2007
718	Feminino	x	Face (terço médio e inferior)	Edentulismo	São Paulo-SP	2007
719	Masculino	18	Mandíbula e maxila	Assimetria facial	Rio de Janeiro-RJ	2007
720	Masculino	62	Maxila	Edentulismo	Campinas-SP	2007
721	Feminino	67	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2007
722	Masculino	49	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2007
723	Masculino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2007
724	Feminino	23	Face	Assimetria Facial	Campinas-SP	2007
725	Feminino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2007
726	Masculino	47	Mandíbula	Fratura	São Paulo-SP	2007
727	Masculino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2007
728	Feminino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2007
729	Masculino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2007
730	Masculino	32	Mandíbula	Fratura	São Paulo-SP	2007
731	Feminino	40	Face	Fratura	Piracicaba-SP	2007
732	Feminino	44	Maxila	Perda óssea e dentária	São Paulo-SP	2007
733	Feminino	58	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2007
734	Masculino	15	Maxila	Fenda palatina	Rio de Janeiro-RJ	2007
735	Feminino	41	Maxila	Perda óssea e dentária	São Paulo-SP	2007
736	Feminino	19	Calota craniana	Cranioplastia	Salvador-BA	2007
737	Masculino	x	Mandíbula	Implante	São Paulo-SP	2007
738	Feminino	x	Mandíbula	Implante	São Paulo-SP	2007
739	Masculino	62	Mandíbula	Neoplasia	Porto Alegre-RS	2007
740	Feminino	24	Face	Deformidade dentofacial	Rio de Janeiro-RJ	2007
741	Masculino	71	Maxila	Perda óssea e dentária	São Paulo-SP	2007
742	Masculino	52	Mandíbula	Neoplasia	Rio de Janeiro-RJ	2007
743	Masculino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2007
744	Masculino	11	Calota craniana	Cranioplastia	Americana-SP	2007
745	Masculino	34	Face (terço médio e inferior)	Deformidade dentofacial	Rio de Janeiro-RJ	2007
746	Masculino	64	Mandíbula	Ressecção de mandíbula	São Paulo-SP	2007
747	Masculino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2007

748	Masculino	19	Mandíbula	Neoplasia	Recife-PE	2007
749	Feminino	30	Face	Fratura	Campinas-SP	2007
750	Masculino	40	Mandíbula	Neoplasia	Campinas-SP	2007
751	Feminino	46	ATM	Anquilose	São Paulo-SP	2007
752	Feminino	41	Mandíbula	Hiperplasia condilar	Piracicaba-SP	2007
753	Feminino	17	Face (terço médio e superior)	Neoplasia	Piracicaba-SP	2007
754	Masculino	26	Face (terço superior)	Neoplasia	Goiânia-GO	2007
755	Masculino	20	Mandíbula	Falha óssea	Belo Horizonte-MG	2007
756	Masculino	67	Mandíbula	Neoplasia	Londrina-PR	2007
757	Masculino	46	Face (terço médio e inferior)	Perda óssea e dentária	Campinas-SP	2007
758	Masculino	10	ATM	Anquilose	Salvador-BA	2008
759	Masculino	31	Face (terço médio e superior)	Fratura	Salvador-BA	2008
760	Feminino	8	Face (terço médio e inferior)	Assimetria facial	Salvador-BA	2008
761	Feminino	56	Mandíbula	Osteomelite	São Paulo-SP	2008
762	Feminino	26	Mandíbula	Neoplasia	Piracicaba-SP	2008
763	Feminino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2008
764	Feminino	31	Face (terço médio e superior)	Fratura	Londrina-PR	2008
765	Masculino	30	Face (terço médio e superior)	Fratura	Londrina-PR	2008
766	Feminino	x	Calota craniana	Cranioplastia	Londrina-PR	2008
767	Masculino	30	Face (terço médio)	Fratura	Recife-PE	2008
768	Masculino	50	Face (terço médio e superior)	Fratura	Recife-PE	2008
769	Feminino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2008
770	Feminino	38	Face (terço médio e inferior)	Fratura	Belo Horizonte-MG	2008
771	Feminino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2008
772	Masculino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2008
773	Feminino	x	Maxila	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2008
774	Feminino	66	Mandíbula	Atrofia de mandíbula	Londrina-PR	2008
775	Feminino	44	Mandíbula e maxila	Atrofia de maxilares	Londrina-PR	2008
776	Masculino	x	Mandíbula	Fratura	Campinas-SP	2008
777	Masculino	73	Face (terço médio)	Fratura	Porto Alegre-RS	2008
778	Feminino	x	Mandíbula e maxila	Atrofia de maxilares	Ribeirão Preto-SP	2008
779	Masculino	61	Mandíbula	Atrofia de mandíbula	Londrina-PR	2008
780	Masculino	62	Calota craniana	Cranioplastia	Porto Alegre-RS	2008
781	Masculino	76	Maxila	Neoplasia	São Paulo-SP	2008
782	Feminino	52	Maxila	Atrofia de maxila	São Paulo-SP	2008
783	Feminino	60	Maxila	Atrofia de maxila	São Paulo-SP	2008
784	Feminino	66	Maxila	Atrofia de maxila	São Paulo-SP	2008
785	Feminino	57	Maxila	Atrofia de maxila	São Paulo-SP	2008
786	Feminino	29	Órbita	Fratura	São Paulo-SP	2008
787	Feminino	x	Mandíbula	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2008
788	Feminino	x	Mandíbula	Perda óssea e dentária	Belo Horizonte-MG	2008
789	Masculino	x	Mandíbula	Neoplasia	Belo Horizonte-MG	2008
790	Feminino	16	Face	Assimetria facial	Rio de Janeiro-RJ	2008
791	Masculino	12	Mandíbula e maxila	Síndrome de Goldenhar	Rio de Janeiro-RJ	2008
792	Masculino	11	Face	Fratura	Rio de Janeiro-RJ	2008
793	Masculino	8	Mandíbula	Neoplasia	Bonsucesso-RJ	2008
794	Feminino	67	Mandíbula	Neoplasia	Piracicaba-SP	2008

795	Masculino	25	Face	Fratura	João Pessoa-PB	2008
796	Masculino	18	ATM	Anquilose	Campinas-SP	2008
797	Masculino	x	Face	Fratura	Goiânia-GO	2008
798	Feminino	26	Craniofacial	Atrofia	Belo Horizonte-MG	2008
799	Feminino	43	Maxila	Perda óssea e dentária	Campinas-SP	2008
800	Feminino	x	Maxila	Edentulismo e Atrofia	Belo Horizonte-MG	2008
801	Feminino	50	Face e ATM	Deformidade dentofacial	Campinas-SP	2008
802	Masculino	x	Mandíbula	Ressecção de mandíbula	Campinas-SP	2008
803	Masculino	25	Face	Fratura	Recife-PE	2008
804	Feminino	27	Calota craniana	Cranioplastia	Petrópolis-RJ	2008
805	Masculino	30	Face	Fratura	Goiânia-GO	2008
806	Masculino	44	Mandíbula	Neoplasia	Anápolis-GO	2008
807	Masculino	x	Maxila	Atrofia de maxila	Belo Horizonte-MG	2008
808	Masculino	47	Maxila	Atrofia de maxila	Belo Horizonte-MG	2008
809	Feminino	22	Mandíbula	Neoplasia	Piracicaba-SP	2008
810	Masculino	21	Mandíbula	Neoplasia	Aracaju-SE	2008
811	Masculino	48	Face	Fratura	Rio de Janeiro-RJ	2008
812	Feminino	48	Mandíbula	Neoplasia	Rio de Janeiro-RJ	2008
813	Feminino	49	Mandíbula	Neoplasia	Recife-PE	2008
814	Feminino	59	Maxila	Enxerto ósseo e implante	São Paulo-SP	2008
815	Feminino	48	Mandíbula	Neoplasia	São Paulo-SP	2008
816	Masculino	24	Maxila	Neoplasia	Recife-PE	2008
817	Masculino	21	Face (terço médio e inferior)	Assimetria facial	Sorocaba-SP	2008
818	Masculino	43	Maxila	Neoplasia	Salvador-BA	2008
819	Masculino	35	Mandíbula	Neoplasia	Salvador-BA	2008
820	Masculino	30	Face (terço médio e inferior)	Assimetria facial	Curitiba-PR	2008
821	Masculino	24	Maxila	Atrofia de maxila	Curitiba-PR	2008
822	Feminino	54	Maxila	Atrofia de maxila	Belo Horizonte-MG	2008
823	Masculino	x	Mandíbula	Neoplasia	Rio de Janeiro-RJ	2008
824	Feminino	30	Maxila	Atrofia de maxila	Porto Alegre-RS	2008
825	Feminino	28	Mandíbula	Deformidade dentofacial	Rio de Janeiro-RJ	2008
826	Feminino	75	Mandíbula e maxila	Atrofia de maxilares	Americana-SP	2008
827	Feminino	19	Mandíbula	Neoplasia	Camargibe-PE	2008
828	Feminino	19	Mandíbula	Neoplasia	Florianópolis-SC	2008
829	Masculino	56	Maxila	Edentulismo	São Paulo-SP	2008
830	Feminino	35	Face (terço médio e superior)	Fratura	São Paulo-SP	2008
831	Masculino	41	Face (terço médio e inferior)	Displasia Fibrosa	Piracicaba-SP	2008
832	Masculino	36	Face (terço médio)	Fratura	São Paulo-SP	2008
833	Masculino	x	Face	Assimetria facial	Bauru-SP	2008
834	Masculino	40	Mandíbula	Fratura	Recife-PE	2008
835	Masculino	16	Maxila	Fenda palatina	São Paulo-SP	2008
836	Feminino	47	Face (terço médio e superior)	Fratura	Londrina-PR	2008
837	Feminino	15	ATM	Lesão osteolítica	Piracicaba-SP	2008
838	Feminino	54	Maxila	Perda óssea e dentária	João Pessoa-PB	2008
839	Feminino	32	ATM	Disfunção de ATM	Campinas-SP	2008
840	Masculino	48	ATM	Disfunção de ATM	Campinas-SP	2008
841	Masculino	12	ATM	Anquilose e hiperplasia	Araraquara-SP	2008

842	Masculino	35	Face (terço médio e superior)	Fratura	São Paulo-SP	2008
843	Masculino	25	ATM	Neoplasia	Campinas-SP	2008
844	Masculino	21	Mandíbula	Síndrome de Gardner	São Paulo-SP	2008
845	Masculino	36	Face	Fissura rara de face	Rio de Janeiro-RJ	2008
846	Masculino	23	Face (terço médio e inferior)	Fratura	Rio de Janeiro-RJ	2008
847	Masculino	33	Face (terço médio e inferior)	Fratura	Rio de Janeiro-RJ	2008
848	Feminino	x	Maxila	Atrofia de maxila	Belo Horizonte-MG	2008
849	Masculino	17	Mandíbula	Neoplasia	Rio de Janeiro-RJ	2008
850	Feminino	54	Face (terço médio e inferior)	Deformidade Dentofacial	Sorocaba-SP	2008
851	Masculino	27	Mandíbula	Neoplasia	Londrina-PR	2008
852	Masculino	52	Mandíbula	Osteoradionecrose	João Pessoa-PB	2008
853	Feminino	33	Mandíbula	Assimetria mandibular	Ribeirão Preto-SP	2008
854	Feminino	44	Face	Assimetria facial	Ribeirão Preto-SP	2008
855	Feminino	45	Maxila	Reabsorção Maxilar	São Paulo-SP	2008
856	Feminino	46	Mandíbula	Neoplasia	Ribeirão Preto-SP	2008
857	Masculino	9	Face	Cranioplastia	Sorocaba-SP	2008
858	Masculino	50	Face (terço médio e inferior)	Deformidade Dentofacial	Campinas-SP	2008
859	Feminino	59	Face (terço médio e inferior)	Deformidade Dentofacial	Campinas-SP	2008
860	Feminino	15	Maxila	Fissura lábio palatina	Campinas-SP	2008
861	Masculino	15	Maxila	Fissura lábio palatina	Campinas-SP	2008
862	Feminino	27	Maxila	Fissura lábio palatina	Campinas-SP	2008
863	Feminino	15	ATM	Lesão Osteolítica	Piracicaba-SP	2008
864	Masculino	x	Face (terço médio e superior)	Cranioplastia	Cuiabá-MT	2008
865	Masculino	55	Mandíbula	Neoplasia	Campinas-SP	2008
866	Masculino	27	Calota craniana	Cranioplastia	Campinas-SP	2008
867	Masculino	42	Maxila	Fissura lábio palatina	Belo Horizonte-MG	2008
868	Feminino	27	Face (terço médio e superior)	Cranioplastia	Belo Horizonte-MG	2008
869	Masculino	x	Maxila	Atrofia de maxila	Belo Horizonte-MG	2008
870	Masculino	17	Mandíbula	Neoplasia	Florianópolis-SC	2008
871	Masculino	37	Mandíbula	Deformidade facial	Londrina-PR	2008
872	Masculino	32	Mandíbula	Fratura	Porto Alegre-RS	2008
873	Masculino	34	Craniofacial	Fratura	Rio de Janeiro-RJ	2008
874	Masculino	13	Craniofacial	Sequela de Histiocitose	Rio de Janeiro-RJ	2008
875	Masculino	35	Face (terço superior)	Cranioplastia	Rio de Janeiro-RJ	2008
876	Masculino	27	Face (terço médio e superior)	Cranioplastia	Rio de Janeiro-RJ	2008
877	Feminino	53	Face (terço médio e inferior)	Fratura	Rio de Janeiro-RJ	2008
878	Masculino	63	Mandíbula	Neoplasia	Rio de Janeiro-RJ	2008
879	Masculino	68	Mandíbula	Neoplasia	Rio de Janeiro-RJ	2008
880	Feminino	26	Mandíbula	Neoplasia	Rio de Janeiro-RJ	2008
881	Masculino	x	Mandíbula	Deformidade Dentofacial	Rio de Janeiro-RJ	2008
882	Feminino	x	Maxila	Reabsorção Maxilar	Piracicaba-SP	2008
883	Masculino	53	Coluna vertebral	Fratura	Americana-SP	2008
884	Masculino	46	Face	Fratura	São Paulo-SP	2008
885	Masculino	50	Mandíbula	Falha óssea	Paulínia-SP	2008
886	Feminino	x	Face (terço médio e inferior)	Neoplasia	Belo Horizonte-MG	2008
887	Masculino	14	Orelha	Avulsão de orelha	Belo Horizonte-MG	2008
888	Feminino	46	Face (terço médio e inferior)	Neoplasia	Belo Horizonte-MG	2008

889	Masculino	21	Orelha	Deformidade congênita	Belo Horizonte-MG	2008
890	Masculino	54	Órbita	Neoplasia	Belo Horizonte-MG	2008
891	Masculino	70	Órbita	Neoplasia	Belo Horizonte-MG	2008
892	Masculino	x	Orelha	Neoplasia	Belo Horizonte-MG	2008
893	Masculino	22	Face	Assimetria facial	Ribeirão Preto-SP	2008
894	Feminino	26	Mandíbula	Neoplasia	Ribeirão Preto-SP	2008
895	Feminino	23	Face (terço médio e inferior)	Síndrome congênita	Quito-Ecuador	2008
896	Masculino	24	Face (terço médio)	Fratura	Canoas-RS	2008
897	Masculino	26	Face (terço médio e superior)	Fratura	Canoas-RS	2008
898	Feminino	52	Mandíbula	Neoplasia	Canoas-RS	2008
899	Masculino	34	Mandíbula	Displasia	Piracicaba-SP	2008
900	Feminino	27	Maxila	Enxerto e Cir. Ortognática	São Paulo-SP	2008
901	Masculino	24	Face (terço médio)	Fratura	São Paulo-SP	2008
902	Masculino	27	ATM	Anquilose	São Paulo-SP	2008
903	Feminino	41	Maxila	Atrofia de maxila	São Paulo-SP	2008
904	Masculino	19	Mandíbula	Assimetria facial	Piracicaba-SP	2008
905	Feminino	x	Maxila	Implante	Belo Horizonte-MG	2008
906	Feminino	x	Maxila	Implante	Belo Horizonte-MG	2008
907	Masculino	42	Mandíbula	Neoplasia	Campinas-SP	2008
908	Feminino	41	Mandíbula	Neoplasia	Piracicaba-SP	2008
909	Masculino	27	Face	Fratura	Piracicaba-SP	2008
910	Masculino	17	Face (terço médio e inferior)	Assimetria facial	Piracicaba-SP	2008
911	Masculino	29	Mandíbula	Neoplasia	Piracicaba-SP	2008
912	Feminino	x	Maxila	Implante	Belo Horizonte-MG	2008
913	Feminino	38	Mandíbula	Neoplasia	Londrina-PR	2008
914	Masculino	x	Maxila	Implante	Belo Horizonte-MG	2008
915	Feminino	45	Maxila	Implante	Belo Horizonte-MG	2008
916	Masculino	26	Mandíbula	Assimetria facial	Belo Horizonte-MG	2008
917	Masculino	x	Face (terço médio e inferior)	Fratura	Campinas-SP	2008
918	Masculino	18	Maxila	Neoplasia	São Paulo-SP	2008
919	Masculino	21	Face (terço médio)	Fratura	Rio de Janeiro-RJ	2008
920	Masculino	53	Maxila	Implante	Ribeirão Preto-SP	2008
921	Feminino	48	Maxila	Implante	Recife-PE	2008
922	Masculino	27	Face	Fratura	Foz do Iguaçu-PR	2008
923	Feminino	69	Maxila	Implante	Piracicaba-SP	2008
924	Feminino	64	Mandíbula	Fratura	Campinas-SP	2008
925	Masculino	x	Face (terço médio)	Fratura	Rio de Janeiro-RJ	2008
926	Feminino	x	Mandíbula	Neoplasia	Rio de Janeiro-RJ	2008
927	Feminino	x	Face	Assimetria facial	Rio de Janeiro-RJ	2008
928	Masculino	x	Mandíbula	Assimetria facial	Rio de Janeiro-RJ	2008
929	Masculino	22	Face	Fratura	São Paulo-SP	2008
930	Masculino	20	Mandíbula	Neoplasia	Rio de Janeiro-RJ	2008
931	Masculino	x	Mandíbula	Assimetria mandibular	Rio de Janeiro-RJ	2008
932	Masculino	x	ATM	Anquilose	Rio de Janeiro-RJ	2008
933	Feminino	12	Mandíbula	Neoplasia	Londrina-PR	2008
934	Masculino	48	Maxila	Atrofia de maxila	São Paulo-SP	2008
935	Masculino	22	ATM	Disfunção de ATM	Piracicaba-SP	2008

936	Feminino	15	Face (terço médio)	Neoplasia	Campinas-SP	2008
937	Feminino	x	Maxila	Implante	Belo Horizonte-MG	2008
938	Feminino	x	Maxila	Implante	Belo Horizonte-MG	2008
939	Masculino	39	Face (terço médio)	Fratura	Porto Alegre-RS	2008
940	Feminino	55	Maxila	Implante	Sertãozinho-SP	2008
941	Masculino	18	Face (terço médio)	Fratura	Cuiabá-MT	2008
942	Masculino	22	Face (terço médio e superior)	Cranioplastia	Cuiabá-MT	2008
943	Masculino	23	Mandíbula	Fratura	Campinas-SP	2008
944	Masculino	x	Mandíbula	Neoplasia	Campinas-SP	2008
945	Feminino	x	Face (terço médio)	Fratura	São Paulo-SP	2008
946	Masculino	x	Maxila	Implante	Belo Horizonte-MG	2008
947	Masculino	x	Mandíbula	Hiperplasia hemimandibular	Rio de Janeiro-RJ	2008
948	Masculino	x	Mandíbula	Hiperplasia hemimandibular	Rio de Janeiro-RJ	2008
949	Masculino	x	Face (terço médio e inferior)	Fratura	João Pessoa-PB	2008
950	Feminino	x	Maxila	Implante	Belo Horizonte-MG	2008
951	Masculino	21	Face (terço médio)	Neoplasia	Ribeirão Preto-SP	2008
952	Feminino	x	Mandíbula	Neoplasia	Fortaleza-CE	2008
953	Feminino	x	Maxila	Implante	Belo Horizonte-MG	2008
954	Masculino	43	Face (terço médio)	Neoplasia	Londrina-PR	2008
955	Masculino	50	Mandíbula	Neoplasia	Piracicaba-SP	2008
956	Feminino	38	Maxila	Neoplasia	Belo Horizonte-MG	2008
957	Feminino	x	Mandíbula	Reabsorção condilar	Piracicaba-SP	2008
958	Feminino	x	Maxila	Neoplasia	São Paulo-SP	2008
959	Feminino	35	Mandíbula	Neoplasia	Fortaleza-CE	2008
960	Masculino	x	Face (terço médio)	Neoplasia	Campinas-SP	2008
961	Masculino	x	Maxila	Neoplasia	São Paulo-SP	2008
962	Masculino	26	Mandíbula	Fratura	Londrina-PR	2008
963	Masculino	38	Maxila	Enxerto ósseo	Brasília-DF	2008
964	Masculino	21	Mandíbula	Assimetria mandibular	São Paulo-SP	2008
965	Feminino	21 dias	Face (terço médio e inferior)	Síndrome de Pierre Robin	Salvador-BA	2008
966	Masculino	62	Face (terço médio)	Neoplasia	Jaú-SP	2008
967	Feminino	30	Face (terço médio e inferior)	Fratura	Florianópolis-SC	2008
968	Masculino	26	Mandíbula	Neoplasia	Rio de Janeiro-RJ	2008
969	Masculino	x	Maxila	Implante	Belo Horizonte-MG	2008
970	Masculino	59	Orelha	Neoplasia	Belo Horizonte-MG	2008
971	Masculino	x	Mandíbula	Neoplasia	São Paulo-SP	2008
972	Feminino	x	Maxila	Implante	Belo Horizonte-MG	2008
973	Masculino	x	Maxila	Neoplasia	São Paulo-SP	2008
974	Feminino	45	Face (terço médio)	Fratura	Florianópolis-SC	2008
975	Feminino	x	Maxila	Enxerto ósseo	São Paulo-SP	2008
976	Feminino	x	Face (terço médio)	Fratura	Campinas-SP	2008
977	Masculino	x	Maxila	Implante	Belo Horizonte-MG	2008
978	Feminino	12	ATM	Anquilose	São Paulo-SP	2008
979	Feminino	51	Maxila	Implante	Sertãozinho-SP	2008
980	Masculino	44	Face (terço médio)	Fratura	Campinas-SP	2008
981	Masculino	29	Face (terço médio)	Fratura	São Paulo-SP	2008
982	Feminino	26	Face (terço médio e inferior)	Assimetria facial	São Paulo-SP	2008