



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM SAÚDE

BIANCA NÓBREGA LUSTOSA CABRAL

**PROTOCOLO DE AQUISIÇÃO DE IMAGENS 3D COM SMARTPHONE PARA
CRIAÇÃO DE BANCO VIRTUAL DE NARIZES E REABILITAÇÃO ESTÉTICO-
FUNCIONAL DE PACIENTES MUTILADOS NASAIS**

CAMPINA GRANDE – PB

2020

BIANCA NÓBREGA LUSTOSA CABRAL

PROTOCOLO DE AQUISIÇÃO DE IMAGENS 3D COM SMARTPHONE PARA CRIAÇÃO DE BANCO VIRTUAL DE NARIZES E REABILITAÇÃO ESTÉTICO-FUNCIONAL DE PACIENTES MUTILADOS NASAIS

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito para obtenção do título de mestra em Ciência e Tecnologia em Saúde.

Área de concentração: Desenvolvimento de dispositivos customizados aplicados à saúde impressos tridimensionalmente.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Grotta Gempel

CAMPINA GRANDE – PB

2020

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C117p Cabral, Bianca Nóbrega Lustosa.
Protocolo de aquisição de imagens 3D com smartphone para criação de banco virtual de narizes e reabilitação estético-funcional de pacientes mutilados nasais [manuscrito] / Bianca Nóbrega Lustosa Cabral. - 2020.
94 p. : il. colorido.
Digitado.
Dissertação (Mestrado em Profissional em Ciência e Tecnologia em Saúde) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2020.
"Orientação : Prof. Dr. Rafael Grotta Gempel, Departamento de Odontologia - CCBS."
1. Próteses nasais. 2. Fotografia 3D. 3. Modelagem 3D. I.
Título
21. ed. CDD 600

BIANCA NÓBREGA LUSTOSA CABRAL

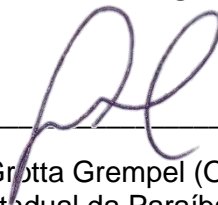
PROTOCOLO DE AQUISIÇÃO DE IMAGENS 3D COM SMARTPHONE PARA
CRIAÇÃO DE BANCO VIRTUAL DE NARIZES E REABILITAÇÃO ESTÉTICO-
FUNCIONAL DE PACIENTES MUTILADOS NASAIS

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito para obtenção do título de mestra em Ciência e Tecnologia em Saúde.

Área de concentração: Desenvolvimento de dispositivos customizados aplicados à saúde impressos tridimensionalmente.

Aprovada em: 26/03/2020.

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Rafael Grotta Gempel (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profª Drª. Nadja Maria da Silva Oliveira (Examinadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Emerson Tavares de Sousa (Examinador)
Instituto Odontológico das Américas (IOA-JP)

*Dedico este trabalho aos meus pais, Emília e Geraldo, e ao meu
noivo Luiz Alberto por todo o amor e incentivo.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, que nos criou e foi criativo nesta tarefa. Que me abençoou com essa oportunidade de cursar um mestrado. E me deu saúde, força, determinação e coragem para enfrentar e superar todos os obstáculos.

A esta Universidade e seu corpo docente, que me proporcionaram muitos conhecimentos de âmbito científico e tecnológico em áreas poucos exploradas pela Odontologia, sendo importantes para meu crescimento enquanto profissional e pesquisadora.

Ao meu orientador Rafael Grotta Gempel, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções, ensinamentos e incentivos.

Aos meus pais, Geraldo e Emília, pelo amor, pela paciência, compreensão e por apoiarem meus projetos. Obrigada por tudo. Amo vocês!!!

Ao meu noivo Luiz Alberto de Paiva Neto, pelo amor, incentivo aos estudos e por toda a paciência ao longo do curso.

Ao meu cunhado Diógenes Rodrigues de Holanda, pelo incentivo que me deu para entrar neste mestrado e pelas suas ideias que me auxiliaram no projeto.

À minha amiga e colega do mestrado Laisa Cintya Siqueira Souza, pela amizade, apoio e atenção ao longo do curso e com o projeto.

Ao meu amigo e colega de mestrado Diogo Pontes Costa, que me ajudou muito com o processamento das imagens em 3D bem como na construção e design do projeto.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste sonho!

RESUMO

Indivíduos acometidos por deformidades nasais têm severo comprometimento estético, funcional e psicossocial. Nesse contexto, a reabilitação nasal através de prótese representa um importante instrumento de adaptação e proteção da cavidade nasal, sendo fundamental também para reparação estética. O presente estudo teve como objetivo elaborar um protocolo de aquisição de imagens 3D com smartphone para criação de um banco virtual de narizes humanos e aplicação em reabilitação estético-funcional de mutilados nasais. A partir do escaneamento em 3D de diferentes faces íntegras, narizes foram extraídos e armazenados virtualmente, formando um banco virtual de imagens de narizes, permitindo ao paciente mutilado escolher a melhor opção protética para sua reabilitação e visualizar sua face com o trabalho protético nasal antes mesmo de ser executado, por meio do software *OrtogOnBlender*. Foi criado um protocolo para aquisição de modelos nasais em 3D, com qualidade satisfatória, e sua aplicação em paciente mutilado, permitindo a realização de testes de adaptação e estética de modo virtual, encurtando fases e otimizando o resultado em relação ao processo tradicional. Com isso tornar-se-á possível utilizar uma técnica de reabilitação protética com métodos modernos, rápida, simples, confortável e mais acessível para o paciente.

PALAVRAS-CHAVE: Próteses nasais. Fotografia 3D. Modelagem 3D.

ABSTRACT

Individuals affected by nasal deformities have severe aesthetic, functional and psychosocial impairments. In this context, nasal rehabilitation using a prosthesis represents an important instrument for adapting and protecting the nasal cavity, and is also essential for aesthetic repair. The present study aimed to develop a 3D image acquisition protocol with a smartphone for creating a virtual bank of human noses and application in aesthetic-functional rehabilitation of nasal mutilates. From the 3D scanning of different intact faces, noses were extracted and stored virtually, forming a virtual bank of images of noses, allowing the mutilated patient to choose the best prosthetic option for their rehabilitation and visualize their face with nasal prosthetic work even before to be executed using the OrtogOnBlender software. A protocol was created for the acquisition of nasal models in 3D, with satisfactory quality, and its application in a mutilated patient, allowing the accomplishment of adaptation and aesthetic tests in a virtual way, shortening phases and optimizing the result in relation to the traditional process. This will make it possible to use a prosthetic rehabilitation technique with modern methods, which is quick, simple, comfortable and more accessible to the patient.

KEY WORDS: Nasal prostheses. 3D photography. 3D modeling.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	Prótese nasal óculos suportada.....	20
FIGURA 02	Modelo virtual em 3D de nariz feminino.....	23
FIGURA 03	Modelo virtual em 3D e sua respectiva impressão.....	23
FIGURA 04	Ilustração do processo SLA.....	25
FIGURA 05	Ilustração do processo FDM.....	26
FIGURA 06	Ilustração do processo SLS.....	27
FIGURA 07	Processamento de imagens no InVesalius 3.1.....	30
FIGURA 08	OrtogOnBlender durante uso evidenciando tecidos moles e ósseos abordados.....	31
FIGURA 09	Sequência fotográfica completa ao redor da região de interesse.....	32
FIGURA 10	Método de escaneamento com luz estruturada.....	33
FIGURA 11	Luz estruturada aplicada às partes do corpo humano.....	33
FIGURA 12	Esquema de funcionamento do laser durante escaneamento.....	34
FIGURA 13	Espectro de luz visível e invisível ao olho humano.....	35
FIGURA 14	Angulações utilizadas para captura de fotos em alturas diferentes com smartphone.....	38
FIGURA 15	Perfis nasais de acordo com o dorso.....	40
FIGURA 16	Paciente com mutilação nasal selecionado para o protocolo.....	43
FIGURA 17	Vista lateral do paciente selecionado para o protocolo.....	43
FIGURA 18	Modelo do aparelho utilizado e suas respectivas câmeras.....	44
FIGURA 19	Sistema TrueDepth de câmera frontal utilizada para escaneamento..	45
FIGURA 20	Posicionamento correto da face prévio ao escaneamento e movimentos necessários para varredura completa.....	46
FIGURA 21	Modelo virtual gerado pelo Bellus3D imediatamente após escaneamento.....	47
FIGURA 22	Escaneamento da face do paciente mutilado.....	47
FIGURA 23	Modelos em 3D do paciente obtidos após o uso do Bellus3D.....	48
FIGURA 24	Smartphone devidamente posicionado no tripé para iniciar escaneamentos com o aplicativo Bellus3D.....	49
FIGURA 25	Escaneamento no plano frontal em face voluntária.....	49
FIGURA 26	Rotação superior da cabeça e captura dos ângulos (45°) da face durante escaneamento.....	50
FIGURA 27	Modelo virtual 3D gerado e respectiva extração do nariz.....	50
FIGURA 28	Processo de extração de nariz das faces capturadas e seus respectivos modelos no software.....	51

FIGURA 29	Modelo nasal 3D adquirido a partir do banco de narizes visto em diferentes perspectivas.....	51
FIGURA 30	Representação em 2D dos narizes obtidos para o banco virtual.....	52
FIGURA 31	Seleção do modelo e extração do nariz em 3D.....	53
FIGURA 32	Refinamento do nariz para inserção no banco virtual.....	53
FIGURA 33	Imagem gerada a partir do escaneamento e modelo nasal masculino selecionado para o banco virtual.....	54
FIGURA 34	Modelo nasal feminino selecionado para o banco virtual.....	54
FIGURA 35	Pastas para armazenamento dos modelos nasais.....	55
FIGURA 36	Paciente selecionado e seu respectivo modelo 3D após escaneamento.....	55
FIGURA 37	Acesso ao banco de narizes 3D buscando as pastas compatíveis com o paciente.....	56
FIGURA 38	Comparação visual entre diferentes modelos nasais no mesmo paciente.....	56
FIGURA 39	Modelo nasal adaptado na face e aprovado pelo paciente.....	57
FIGURA 40	Cópia negativa de modelo selecionado para impressão.....	58
FIGURA 41	Amostra do banco de narizes formado a partir dos modelos voluntários.....	65
FIGURA 42	Modelos nasais selecionados no software para prova virtual na face do paciente.....	66
FIGURA 43	Representação gráfica dos 30 modelos nasais coletados para compor o banco virtual.....	67
FIGURA 44	Nariz extraído e selecionado para adaptação virtual na face do paciente.....	72
FIGURA 45	Impressora utilizada para confecção de molde nasal.....	74
FIGURA 46	Modelo 3D de molde nasal durante impressão por filamentos de ABS.....	76
FIGURA 47	Molde nasal impresso em ABS.....	77
FIGURA 48	Molde nasal impresso em ABS e modelo nasal em silicone gerado a partir dele.....	78

LISTA DE TABELAS

TABELA 01	Distribuição de frequências dos narizes segundo sexo.....	61
TABELA 02	Distribuição de frequências dos narizes segundo a faixa etária.....	61
TABELA 03	Distribuição de frequências dos narizes de acordo com aspecto da imagem obtida.....	62
TABELA 04	Principais parâmetros observados no material utilizado.....	77

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01	Impactos sociais e consequências das mutilações na face.....	16
QUADRO 02	Tipos de próteses nasais e suas indicações.....	20
QUADRO 03	Comparação entre tecnologias de escaneamento.....	36

LISTA DE FLUXOGRAMAS

FLUXOGRAMA 01	Procedimentos dos sistemas CAD/CAM.....	22
FLUXOGRAMA 02	Protocolo aplicado ao paciente para aquisição de protótipo nasal digital.....	64

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01	Gráfico de barras para a variável <i>faixa etária</i> dos modelos nasais....	62
GRÁFICO 02	Gráfico de setores para a variável <i>qualidade das imagens</i> dos modelos nasais.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
3DP	Impressão tridimensional
ABS	Acrilonitrila butadieno estireno
Add on	Extensão / complemento / Plug-in
APP	Aplicativo
CAD	<i>Computer aided design (Projeto auxiliado por computador)</i>
CAM	<i>Computer aided manufacturing (Fabricação auxiliada por computador)</i>
CO₂	Dióxido de carbono
DICOM	Digital imaging communications on Medicine (<i>Comunicações de imagem digital em Medicina</i>)
FDM	Modelagem por fusão e deposição
GCODE	Código G
IJP	Impressão jato de tinta
LED	Diodo emissor de luz
LOM	Manufatura laminar de objetos
OBJ	Object File Wavefront (<i>Arquivo de objeto “frente de onda”</i>)
O-ring	<i>Obstruction ring (Anel de obstrução)</i>
PBMF	Prótese bucomaxilofacial
PETG	Poliétileno tereftalato de Etileno Glicol
PLA	Ácido polilático
PLT	Tecnologia com lâminas de papel
PR	Prototipagem rápida
SLA	Estereolitografia
SLS	Sinterização seletiva a laser
STL	<i>Standard triangulation language (Linguagem de triangulação padrão)</i>
TC	Tomografia computadorizada
UV	Ultravioleta

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo Geral:	14
2.2. Objetivos Específicos:	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1. DEFORMAÇÕES BUCOMAXILOFACIAIS E IMPACTOS NA SOCIEDADE	15
3.2. TRATAMENTO REABILITADOR	17
3.3. PRÓTESES BUCOMAXILOFACIAIS (PBMF)	18
3.3.1. PRÓTESE NASAL	19
3.4. TECNOLOGIAS ATUAIS APLICADAS A PBMF	21
3.4.1. BIOMODELAGEM EM 3D	21
3.4.2. PROCESSOS DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA	24
3.4.3. AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE IMAGENS	27
3.4.4. ESCANEAMENTO EM 3D APLICADO À SAÚDE	31
3.4.5. ESCANEAMENTO EM 3D COM SMARTPHONES	36
3.4.6. BANCO DE NARIZES VIRTUAL EM 3D	39
4. METODOLOGIA	42
4.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	42
4.2. POPULAÇÃO DO ESTUDO E AMOSTRA	42
4.2.1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	42
4.2.2. ESCANEAMENTO DA FACE	42
4.3. ESTUDO PILOTO ou PADRONIZAÇÃO DA METODOLOGIA	42
4.4. INSTRUMENTOS UTILIZADOS	44
4.5. CRIAÇÃO DO BANCO DE NARIZES	49
4.7. COLETA DE DADOS	52
4.8. APLICAÇÃO DO PROTOCOLO EM PACIENTE	55
4.9. ASPECTOS ÉTICOS	57
4.10. IMPRESSÃO DO MOLDE NASAL	58
4.11. FLUXOGRAMA DE METODOLOGIA DA PESQUISA	59
4.12. ANÁLISE ESTATÍSTICA	60
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
5.1. COLETA DE DADOS E CRIAÇÃO DO BANCO DE NARIZES	65
5.2. CONDIÇÕES IDEAIS PARA O ESCANEAMENTO	67

5.3.	TOLERÂNCIA DE FALHAS NA IMAGEM GERADA.....	67
5.4.	A SELEÇÃO DO SMARTPHONE E O APLICATIVO	68
5.5.	A TÉCNICA E SUA APLICAÇÃO.....	69
5.6.	JUSTIFICATIVA PARA INSERÇÃO DA TÉCNICA NO SUS	70
5.7.	VANTAGENS DO APLICATIVO E DA TÉCNICA.....	71
5.8.	IMPRESSÃO 3D	73
5.8.1.	A impressora e o material	74
5.8.2.	Características do modelo impresso	76
6.	CONCLUSÕES.....	79
	REFERÊNCIAS	80
	ANEXO 1	86
	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	86
	ANEXO 2	89
	TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGENS (FOTOS E VÍDEOS)	89
	ANEXO 3	90
	TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL (TAI).....	90

1. INTRODUÇÃO

A incidência das deformidades na região facial é bastante expressiva, apresentando etiologias variadas. Grande parte dessas mutilações são decorrentes de traumas, afetando principalmente adultos do sexo masculino, seguida por causas oncológicas (ressecção de tumores) e malformações congênitas, respectivamente. Com isso, torna-se necessária a reabilitação destes pacientes para reparar distúrbios funcionais e estéticos, promovendo a reestruturação psicológica e reintegração social. (SIMON *et al.*, 2019)

A prótese bucomaxilofacial vem sendo indicada nos casos em que a cirurgia reconstrutiva não é possível, sendo utilizada como um substituto para a falta de estruturas biológicas, com o intuito de reabilitar a estrutura facial para devolver a aparência normal. A prótese facial tanto restaura a anatomia normal, quanto protege o tecido da região defeituosa, melhorando a autoestima do paciente e as funções orofaciais. (HUBER *et al.*, 2002)

Os métodos convencionais para confecção de próteses bucomaxilofaciais envolvem em sua maioria moldagem da face com alginato, confecção de modelo em gesso, enceramento e escultura manual da porção externa por observação da anatomia da região, bem como escultura da porção interna por adaptação ao modelo de trabalho. Percebe-se então que este é um processo artesanal e lento, visto que envolve várias etapas desde a incômoda moldagem até as provas e adaptação na face.

A introdução do sistema CAD/CAM na área odontológica veio para simplificar o processo de reabilitação. Nesse contexto, visando um método que gere maior conforto e agilidade no tratamento reabilitador de pacientes mutilados, pensou-se na técnica de escaneamento facial em três dimensões (3D) através de um equipamento acessível e fácil de manusear, como os smartphones. (SALAZAR-GAMARRA *et al.*, 2016)

A partir do escaneamento facial é possível isolar determinadas áreas da face as quais se precisa reabilitar, como é o caso do nariz. Com o auxílio de softwares, pode-se criar um banco virtual de narizes em 3D, permitindo ao paciente mutilado avaliar um novo nariz em seu rosto, tendo o ajuste virtual como um importante aliado para confecção de uma prótese nasal de forma mais rápida e mais confortável. (PALOUSEK *et al.*, 2014)

Diferentemente do estudo de Palousek (2014), que obteve imagens nasais a partir de scanners 3D ópticos, a utilização de smartphones como substituto desses scanners visa facilitar o seu manuseio, transporte e reduzir os custos antes tão elevados. Com isso, é possível produzir modelos nasais em 3D com alta resolução por meio de aplicativos e minimizar os custos com a reabilitação protética.

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo elaborar um protocolo de aquisição de imagens 3D com smartphone para criação de um banco virtual de narizes humanos e aplicação em reabilitação estético-funcional de mutilados nasais.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral:

- Elaborar um protocolo de aquisição de imagens 3D com smartphone para criação de um banco virtual de narizes humanos e aplicação em reabilitação estético-funcional de mutilados nasais.

2.2. Objetivos Específicos:

- Propor método de escaneamento com custos mais acessíveis a partir da utilização de smartphones;
- Criar banco de narizes virtual com diversos modelos 3D prontos para uso, visando agilizar o processo de reabilitação;
- Possibilitar ao profissional e paciente pré-visualizar e escolher de modo virtual qual melhor opção protética para reabilitação nasal por meio do software *OrtogOnBlender*.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. DEFORMAÇÕES BUCOMAXILOFACIAIS E IMPACTOS NA SOCIEDADE

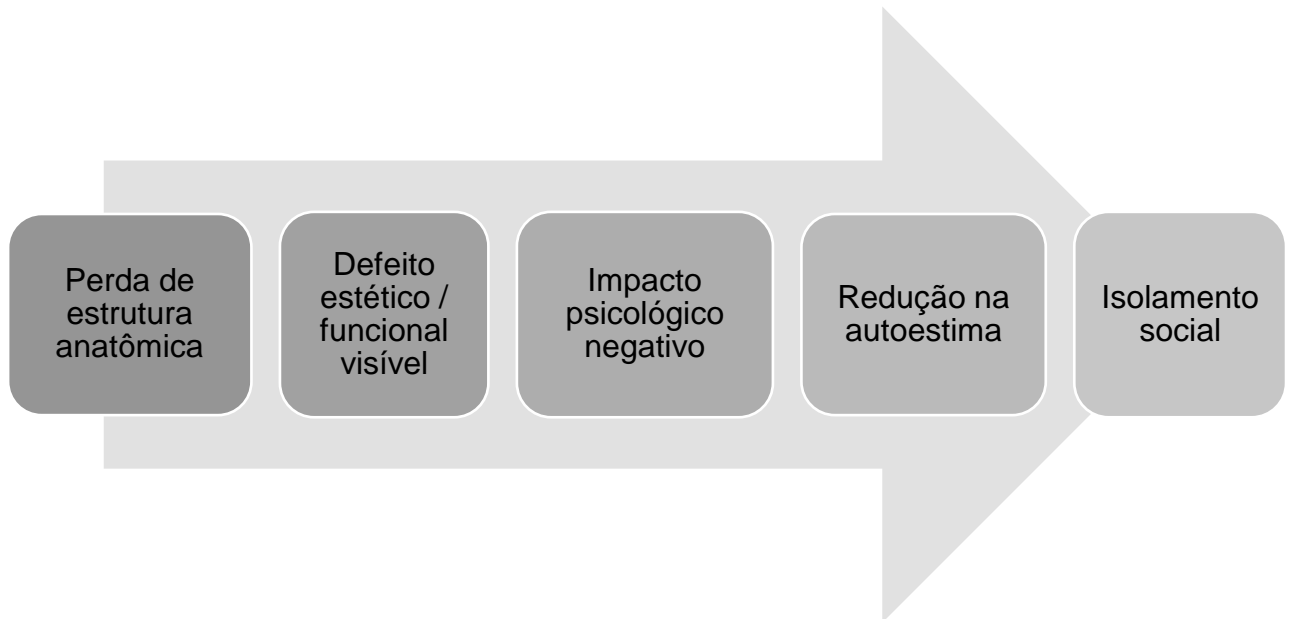
É através da face que o homem exprime seus sentimentos e mostra seu potencial de comunicação. Após a remoção de lesões tumorais extensas na região bucomaxilofacial, o esqueleto facial apresentará alguns defeitos em decorrência da severidade do tratamento, tornando desafiador o processo de reabilitação da área afetada. Pessoas com deformidades faciais podem ter dificuldades em estabelecer vínculos afetivos, em organizar a vida diante das novas circunstâncias, além de apresentar sentimentos de inferioridade e rejeição ao meio social. (GOULART, 2011)

A perda de estruturas como o globo ocular, nariz, maxila, mandíbula, orelha, entre outros, compromete a normalidade facial e tende a impactar psicologicamente o indivíduo, conduzindo-o a um grau de perturbação que pode ser temporária ou permanente. Assim a reabilitação da face através de cirurgias e/ou próteses representa um importante instrumento de adaptação e proteção da cavidade, sendo fundamental a reparação estética. (GOULART, 2011)

Defeitos visíveis não só na face, mas nas regiões de cabeça e pescoço afetam os portadores com relação a sua autoestima, prejudicando-os nas relações interpessoais, contribuindo para o seu isolamento e marginalização na sociedade. (COUTINHO, 2014)

Além do fator estético relacionado às deformidades faciais, funções como a mastigação, a fonação e a respiração nasal podem estar prejudicadas. No caso das deformidades oculopalpebrais, a visão geralmente é comprometida em sua totalidade no lado afetado. E mais uma vez os problemas psicológicos relacionados à autoestima e à sociabilidade apresentam íntima relação com os conceitos de autoimagem do paciente portador da deformidade. (AMBRIZZI, 2007)

QUADRO 1: Impactos sociais e consequências das mutilações na face.



FONTE: Elaborado pela autora, 2020.

A tendência natural em manter todos os seus aspectos em constante estado de equilíbrio faz parte do cotidiano do ser humano. Assim a alteração em qualquer um desses aspectos pode, eventualmente, desarticular a vida do envolvido, trazendo consequências. (BOTELHO, 2003)

Próteses faciais são importantes não somente na reabilitação estética e funcional, mas também na socialização do paciente. O nível de reintegração está diretamente relacionado com o grau de satisfação com a reabilitação. O uso ao longo do tempo mostra a descoloração do silicone como principal motivo de troca das próteses faciais. (VEXENAT *et al.*, 2014)

O nariz tem importância ímpar, pois além de aquecer, umidificar e purificar o ar adequando-o para chegar no pulmão, também ajuda a definir a fisionomia do rosto, caracterizando cada pessoa. A prótese nasal restauradora é a modalidade de prótese facial que se propõe a restaurar artificial ou aloplasticamente as perdas de substâncias do apêndice nasal. Essa modalidade de prótese restabelece o contorno facial, protege as delicadas estruturas remanescentes, mantém a membrana mucosa que reveste a passagem de ar úmida e livre de irritação, permite o restabelecimento da ressonância nasal e age como benefício psicológico na reabilitação do paciente. (PATROCÍNIO *et al.*, 2013)

Nos estudos de Botelho (2003), grande parte da amostra analisada demonstrou ter sofrido alterações no comportamento com relação a atitudes diárias e convivência social após o evento desencadeador, enquanto apenas 30% permanecem agindo do mesmo modo que agiam antes. Ainda 37% dos pacientes afirmaram que o comportamento dos outros para com eles sofreu mudanças após o evento desencadeador.

No estudo de Vexenat (2014) a grande maioria dos pacientes avaliados com deformidades bucomaxilofaciais, esperaram mais de um ano até conseguir a reabilitação. Essa demora está associada a necessidade de atendimento especializado, maior divulgação e formação de equipes multiprofissionais para atender esses casos.

3.2. TRATAMENTO REABILITADOR

Quando uma pessoa sofre uma perda tecidual na região facial, a reposição através de cirurgia plástica é o método de eleição, porém quando isso não é possível tal reposição é alcançada por meios protéticos. O tratamento reabilitador protético é feito por um cirurgião dentista especialista em Prótese Bucomaxilofacial (PBMF), tratando desde as perdas intraorais, as pequenas ou extensas perdas de maxila e mandíbula, fendas labiopalatinas e as perdas extraorais (faciais), como a ocular, a oculopalpebral, a nasal, a auricular e a facial extensa. Seja por motivos estéticos ou pela saúde, reconstituir uma face tem um grande significado pois está intimamente relacionado ao resgate de identidade do indivíduo envolvido. (SIMÕES *et al.*, 2009)

O tratamento para reabilitar tais danos na face engloba além dos procedimentos técnicos, os aspectos psicossociais que cercam o contexto em que a perda ocular ocorre, possibilitando aos pacientes melhores condições de convívio com a deficiência e adaptação à nova realidade usando uma prótese. (MORAWSKI *et al.*, 2016)

No estudo de Goulart (2011), os pacientes avaliados apontaram a prótese como o mecanismo compensatório para adaptação da sua condição. O desenvolvimento de procedimentos adequados de orientação pode ajudar o paciente a não ter

expectativas irrealistas em relação ao tratamento, resultando em melhores relações interpessoais.

Com o crescente desenvolvimento das tecnologias é possível obter diagnósticos mais precisos e tratamentos cada vez menos agressivos. Neste sentido as prototipagens surgem como ferramentas auxiliares que ajudam a simplificar casos antes considerados de maior complexidade, reduzindo o tempo cirúrgico e a morbidade pós-operatória do paciente. (MORAWSKI *et al.*, 2016)

3.3. PRÓTESES BUCOMAXILOFACIAIS (PBMF)

A prótese bucomaxilofacial tem a finalidade de restaurar a estética e proteger a área danificada, além de promover uma reestruturação psicológica, podendo resolver pequenos transtornos cotidianos, porém o acompanhamento psicológico individualizado é indispensável. Uma face íntegra e em harmonia com o restante do corpo é a condição que exprime normalidade, e quando esta se apresenta diferente afeta diretamente no cotidiano do indivíduo, por isso realizar a reabilitação protética gera mudanças tanto no âmbito emocional quanto comportamental. (VIEIRA *et al.*, 2016)

Há alguns anos a técnica de reabilitação bucomaxilofacial ainda era pouco conhecida e limitada, porém com o desenvolvimento da tecnologia associada à Saúde, o que era desconhecido passou a ser realidade e os profissionais da área passaram a perceber o quanto é necessária a busca pela reabilitação, na tentativa de garantir também a qualidade de vida do paciente. (GOULART *et al.*, 2011)

As próteses faciais podem ser retidas por sistemas não osseointegráveis como: adesivos (retenção adesiva), rebaixados anatômicos (retenção por uso de estrutura anatômica existente), armação de óculos (retenção mecânica), ímãs, e também por meio de sistemas osseointegrados com os implantes de titânio. O uso dos implantes oferece ótimo suporte e retenção para a prótese, além de garantir um assentamento adequado, permite acabamento aprimorado com bordas finas e maior durabilidade. Porém essa técnica de retenção nem sempre é possível, como em casos onde o paciente se submeteu ao processo de radioterapia (o osso fica comprometido por

diminuição de potencial osteogênico e da vascularização), casos em que houve muita perda óssea, em áreas de grande complexidade anatômica ou em casos de risco de recidiva de lesão. (COBEIN *et al.*, 2014)

Segundo os estudos de Rubenstein (1995), ao avaliar 357 próteses faciais suportadas por implantes, relatou que os sistemas de fixação mais encontrados foram os sistemas barra-clipe seguido por magnetos. Outros sistemas também foram utilizados, como os métodos combinados e sistemas o-ring, porém apresentaram baixa utilidade.

Após a remoção de um tumor ou trauma sofrido na região facial a reabilitação estética e funcional do paciente tem grande relevância, trazendo como benefício da reconstituição protética facial a reintegração do indivíduo à sociedade. (VOLPATO *et al.*, 2016)

A prótese facial apresenta algumas vantagens sobre a cirurgia plástica, como reabilitação precoce, rapidez na restituição da aparência do paciente, redução do tempo operatório e de internação, redução do custo do tratamento, como também a possibilidade de inspeção da área lesada. Esta prótese apresenta tipos de fixação, formas e materiais diferentes, variando de acordo com cada caso. (MARTINS *et al.*, 2014)

Os materiais de confecção mais utilizados são metacrilato e silicone. Os metacrilatos apresentam como principal vantagem ser mais duráveis, porém são rígidos. Já os silicones são macios, flexíveis e apresentam uma boa caracterização. Além disso possuem efeito de mimetização, permitindo às próteses uma ótima qualidade estética. (COBEIN *et al.*, 2014)

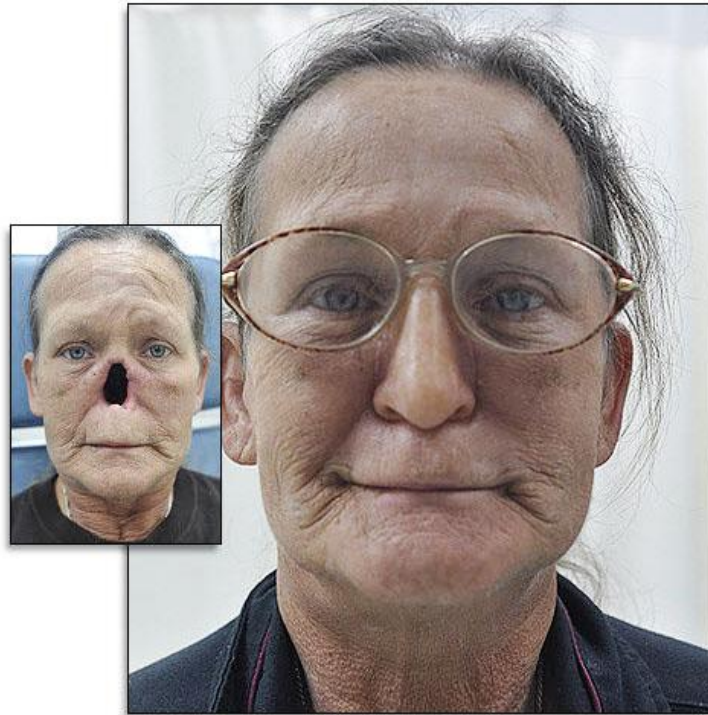
3.3.1. PRÓTESE NASAL

O nariz define a fisionomia, auxiliando na individualização de cada pessoa. Sua ausência provoca quebra da harmonia e equilíbrio faciais, sendo a reabilitação difícil de ser conseguida e de ser dissimulada. (VOLPATO *et al.*, 2016)

Uma prótese nasal ajuda tanto na estética devolvida ao paciente, quanto pode facilitar o processo de respiração. A proposta de reabilitação por meio de prótese nasal pode ser feita com retenção óssea, através de implantes craniofaciais, por adesivos ou por meio mecânico, como através de uma armação de óculos. O material mais

utilizado é o silicone, pois melhora tanto a estética quanto auxilia na função. (GARCIA *et al.*, 2017)

FIGURA 1: Prótese nasal óculos suportada.



FONTE: Disponível em <https://www.medicaexpo.com/pt/prod/reallifeskin/product-74908-457474.html>.

Acesso em: 23/09/19.

QUADRO 02: Tipos de próteses nasais e suas indicações.

MATERIAL	RETENÇÃO	INDICAÇÃO
Silicone	Implantes craniofaciais	Pacientes que não se submeteram a radioterapia recente
Silicone	Adesivos	Pacientes que se submeteram a radioterapia
Silicone Resina acrílica (metacrilato)	Mecânica	Ausência de estrutura anatômica para retenção; pacientes que se submeteram a radioterapia;

FONTE: Adaptado pela autora, baseado em Batistella e Garcia, 2017.

3.4. TECNOLOGIAS ATUAIS APLICADAS A PBMF

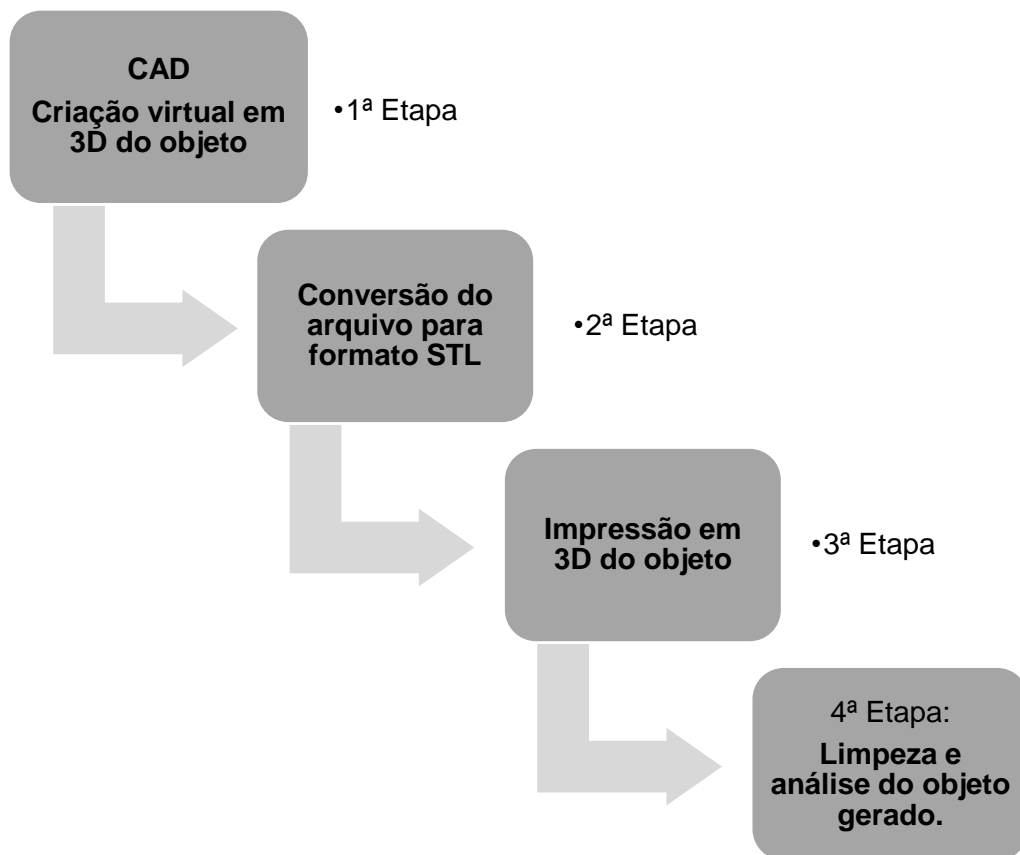
3.4.1. BIOMODELAGEM EM 3D

As deformidades faciais estão presentes em número significativo de pessoas e visando melhorar tais danos à face, tem crescido a busca por métodos reabilitadores, quando não é viável a realização de procedimentos cirúrgicos corretivos. Os biomodelos produzidos por prototipagem rápida auxiliam no diagnóstico, planejamento cirúrgico, fabricação de peças personalizadas, comunicação entre paciente e profissional, além de reduzir as chances de erro dos procedimentos e do trabalho protético final. (SILVA et al., 2014)

A Prototipagem Rápida é uma técnica relativamente recente para produzir objetos com formas complexas, convertendo os dados tridimensionais virtuais em modelos tridimensionais reais, sendo obtida diretamente através de dados digitais tridimensionais. Estes modelos sólidos são construídos pela adição de camadas de material, camada por camada, utilizando técnicas de triangulação entre os planos de imagens 2D obtidos através de exames de tomografia computadorizada ou ressonância magnética. Atualmente, vários processos de manufatura estão disponíveis comercialmente, tais como Modelagem por Deposição e Material Fundido, Estereolitografia e Sinterização Seletiva a Laser. Dentre os diversos formatos de imagens que podem ser interpretados pelos sistemas de prototipagem rápida, o mais utilizado e aceito como padrão é o STL (*Standard Triangulation Language*). (DUTRA et al, 2017)

A utilização da prototipagem rápida na área médico-odontológica consiste na obtenção de modelos tridimensionais através de sistemas *Computer Aided Design* (CAD) e *Computer Aided Manufacturing* (CAM). O CAD envolve a criação de peças virtuais no computador auxiliando o profissional no processo de desenvolvimento do produto. A associação do CAD ao CAM proporcionou uma revolução nos procedimentos envolvidos no design e criação de produtos, entre outros. A aplicação destas tecnologias na face é bastante viável, pois há uma diferença significativa do que se vê em filmes radiográficos em 2D para as estruturas que se apresentam em 3D vistas no biomodelo. (LOPES DA SILVA et al., 2014)

FLUXOGRAMA 1: Procedimentos dos sistemas CAD/CAM.

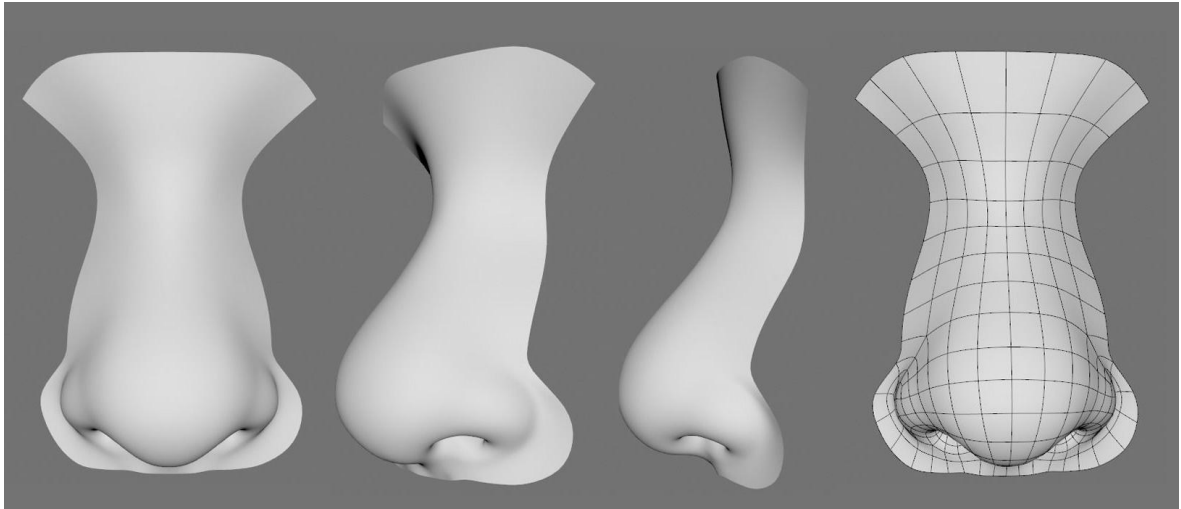


FONTE: Elaborado pela autora, 2020.

Os biomodelos obtidos a partir da Prototipagem Rápida mostram-se como uma importante ferramenta, que auxilia no tratamento de lesões, traumas ou malformações na face, facilitando os procedimentos de reconstrução, diminuindo o tempo cirúrgico e a morbidade do paciente. Estes permitem a mensuração de estruturas, a simulação de técnicas, planejamento dos mais diversos tipos de cirurgia da região bucomaxilofacial. Obtém-se assim melhores resultados nos procedimentos e diminuição no custo global do tratamento. (LOPES DA SILVA *et al.*, 2014)

Com o surgimento dos protótipos ou biomodelos, os profissionais de Saúde têm em suas mãos uma cópia fiel das estruturas anatômicas de interesse, permitindo melhor visualização, planejamento e confecção de próteses funcionais (mais precisas, confortáveis e com melhor adaptação). (SILVA *et al.*, 2014)

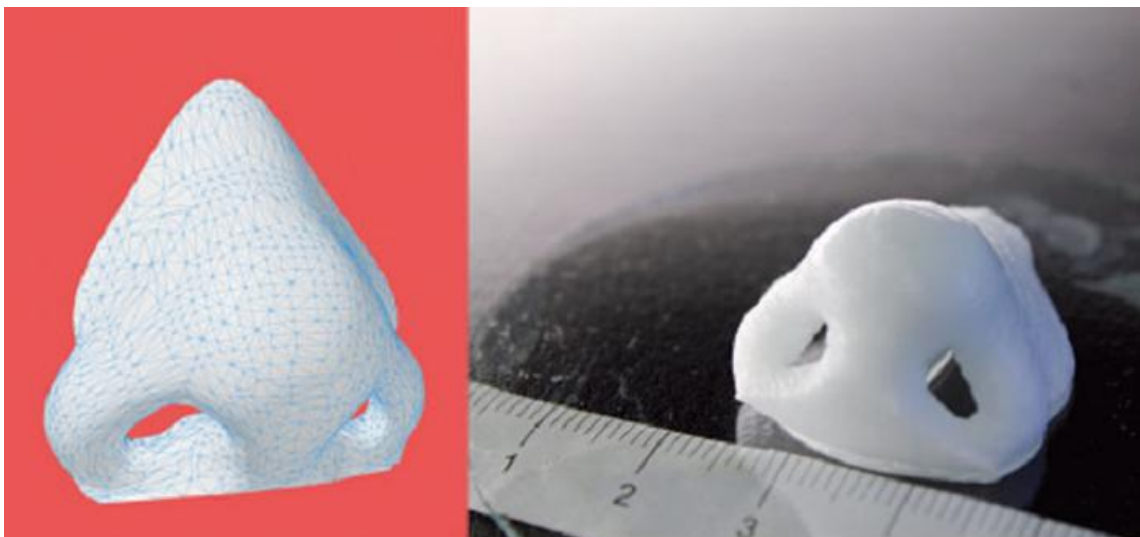
FIGURA 2: Modelo virtual em 3D de nariz feminino.



FONTE: Disponível em: <https://www.cgtrader.com/3d-models/character/woman/nose-female-realistic> .
Acesso em 09/01/2020.

A técnica tem custos um pouco mais elevados do que o método convencional, mas este se torna um fator secundário se forem considerados o menor trauma ao paciente, o menor custo de produção, as habilidades adquiridas pelos profissionais, o armazenamento do protótipo e o desperdício reduzido de material. (DUTRA *et al.*, 2017)

FIGURA 3: Modelo virtual em 3D e sua respectiva impressão.



FONTE: Disponível em: <https://www.engadget.com/2015/03/18/researchers-can-now-3d-print-nose-cartilage-in-16-minutes/> . Acesso em 09/01/2020.

3.4.2. PROCESSOS DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA

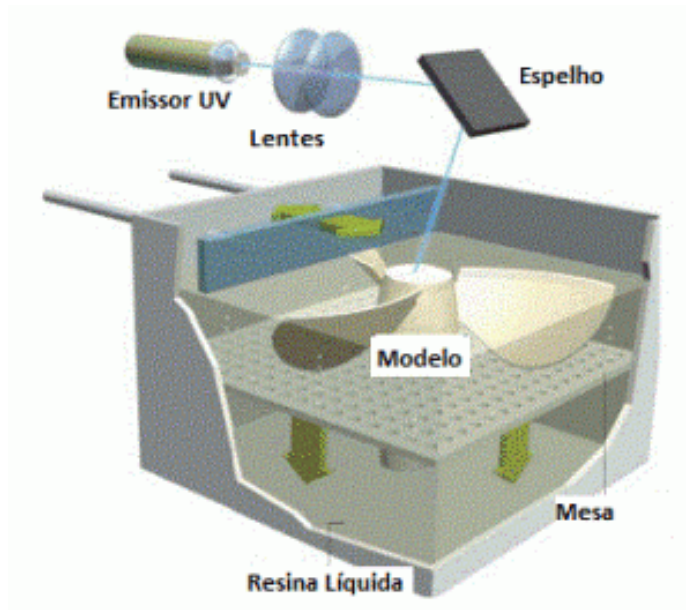
A Prototipagem Rápida é uma tecnologia utilizada para confeccionar modelos físicos e protótipos em pequena escala por meio de processos aditivos, a partir de imagens computacionais tridimensionais. As geometrias podem ser obtidas utilizando um programa de modelagem sólida (CAD) ou pela conversão de arquivos obtidos de scanners 3D ou de tomógrafos. Para fabricação das peças esta tecnologia utiliza um processo aditivo com uso de pós, líquidos, sólidos ou materiais laminados para confeccionar objetos camada por camada. Trata-se de um processo capaz de fabricar qualquer objeto de geometria simples a complexa, em materiais plásticos, metálicos, cerâmicos ou compósitos, apresentando menos desperdício de material e maior grau de precisão. Já o método de Usinagem utiliza processos subtrativos para fabricação das peças, revelando uma maior tendência à microfraturas e menor reprodutibilidade. (WOHLERS *et al.*, 2008).

Os processos de prototipagem podem ser classificados em sistemas baseados em líquidos (Estereolitografia - SLA); sistemas baseados em pó (Sinterização Seletiva a Laser - SLS) e sistemas baseados em sólidos (Modelagem por Deposição de Material Fundido - FDM). (ASSIS *et al.*, 2010)

- ESTEREOLITOGRAFIA (SLA)

A Estereolitografia é a modalidade mais tradicional da prototipagem rápida. Baseia-se no escaneamento das tomografias computadorizadas que reproduz os detalhes anatômicos nos modelos confeccionados em resina, através da polimerização de resina líquida utilizando um laser de raios ultravioleta (UV). Outro processo baseado em líquido é o jateamento de resina líquida por um cabeçote e posterior cura por exposição à luz UV (exemplo: impressão jato de tinta -IJP). Também podem ser confeccionados modelos estereolitográficos por materiais, como estratos de celulose, hidroxiapatita, cimentos de fosfato de cálcio ou outros plásticos. Porém os modelos em resina são os mais utilizados, devido a maior resistência, que facilita o manuseio, e podem ser esterilizados e utilizados durante o procedimento cirúrgico, por exemplo. (ASSIS *et al.*, 2010)

FIGURA 4: Ilustração do processo SLA.

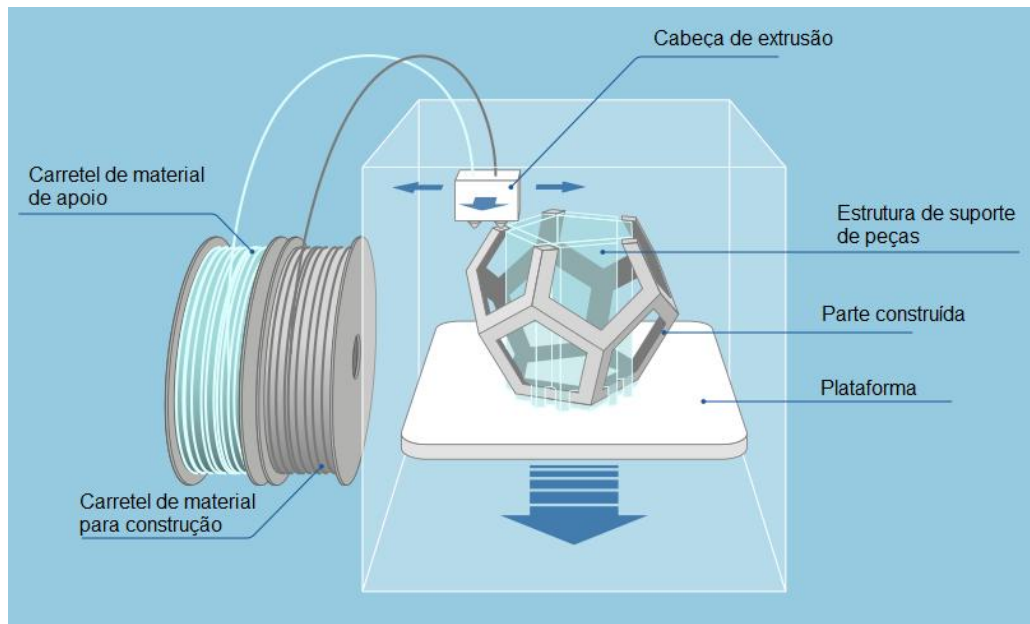


FONTE: Disponível em <http://protofast.com.br/blog/2014/09/04/vat-photopolymerization-sla-e-dlp/>. Acesso em 10/01/2020.

- **MODELAGEM POR FUSÃO E DEPOSIÇÃO (FDM)**

Nos sistemas baseados em sólido, o material é fundido antes da sua deposição (modelagem por fusão e deposição – FDM). O processamento é obtido a partir de um filamento de material termoplástico (que pode ser poliéster, polipropileno, elastômeros, policarbonato, entre outros) aquecido e endurecido através de uma cabeça injetora que deposita o material de maneira constante, construindo as camadas do biomodelo pré-estabelecido pelo software. Em outros sistemas baseados em sólidos, uma lâmina de material é recortada e adicionada para construir um objeto (manufatura laminar de objetos – LOM e tecnologia com lâminas de papel - PLT). (GOUVEIA *et al.*, 2009)

FIGURA 5: Ilustração do processo FDM.

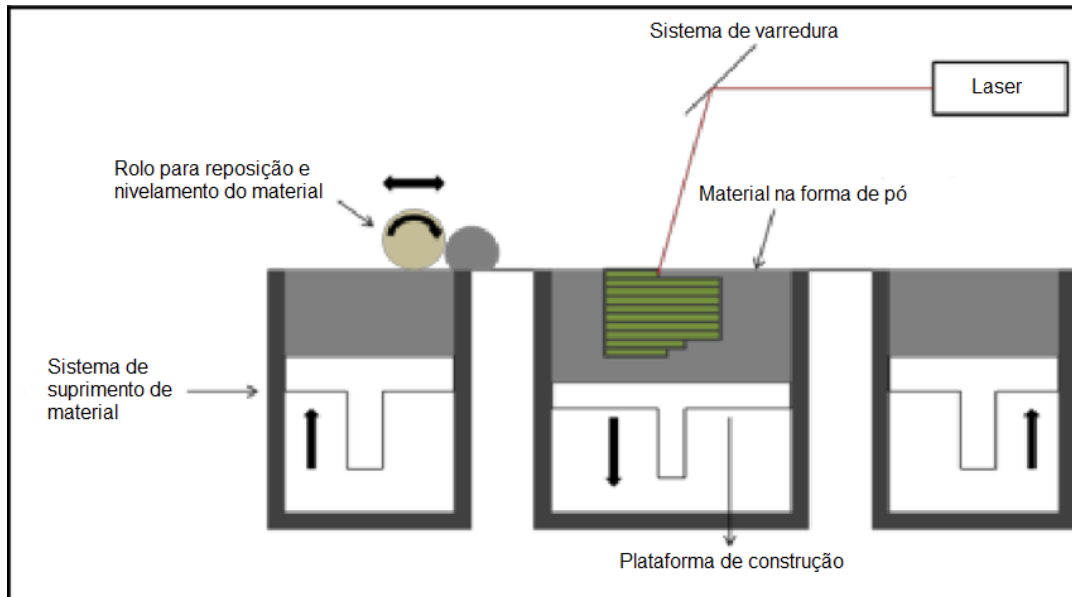


FONTE: Disponível em <https://www.additively.com/en/learn-about/fused-deposition-modeling> Acesso em 10/01/2020.

- **SINTERIZAÇÃO SELETIVA A LASER (SLS)**

Nos sistemas baseados em pó (SLS), a construção dos biomodelos é obtida a partir de materiais em pó onde é utilizado um laser de dióxido de carbono (CO₂) de potência média para sinterizar um material na forma de pó, guiado por espelhos controlados por um software. Ao final, os modelos ficam opacos, com superfícies porosas e abrasivas, necessitando de acabamento e polimento. (ASSIS *et al.*, 2010)

FIGURA 6: Ilustração do processo SLS.



FONTE: Disponível em RODRIGUES et al., 2016.

Ainda nesse contexto, há o processo de Impressão Tridimensional (3DP) em que um rolo espalha e nivela um pó sobre uma plataforma à medida que vai havendo deposição de um aglutinante, variando de acordo com a geometria de cada camada que está sendo processada. Feito isto, a plataforma de construção desce e uma nova camada de pó é depositada. E tudo vai se repetindo até que a peça esteja pronta (VOLPATO *et al.*, 2007)

No processo 3DP não se utiliza laser, nem estrutura de suporte, apresentando alta velocidade de produção e custos reduzidos, além de conseguir fabricar várias peças ao mesmo tempo. Alguns materiais podem ser utilizados neste processo como cerâmica, metal, polímero, gesso e material à base de amido. Porém apresenta limitações na funcionalidade e precisão, baixa diversidade de materiais e necessita de pós processamento. (GOUVEIA *et al.*, 2009)

3.4.3. AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE IMAGENS

As principais técnicas de aquisição de imagens médicas empregadas para a obtenção dos modelos anatômicos virtuais e físicos são: tomografia computadorizada, ressonância magnética e ultrassonografia. A mais utilizada delas é a tomografia computadorizada (TC). (GARIB *et al.*, 2007)

Através da tomografia computadorizada obtém-se imagens de uma região do corpo humano nos três planos espaciais evidenciando a profundidade, diferentemente do que ocorre com as radiografias tradicionais, que projetam num único plano todas as estruturas. A TC permite enxergar todas as estruturas em várias camadas com boa definição, especialmente os tecidos mineralizados, permitindo uma visualização tridimensional. Porém ainda se trata de um método de aquisição de imagens de custo alto. (GARIB *et al.*, 2007)

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. (GOUVEIA *et al.*, 2009)

Visando reduzir tais custos, muitas empresas de programação desenvolvem *softwares* que, se baseiam em imagens radiológicas 2D, para realizar reconstrução 3D de estruturas anatômicas, permitindo edição da superfície obtida em programas CAD. A partir dessa ferramenta pode-se obter diagnósticos mais precisos e simulação de técnicas cirúrgicas de forma virtual antes de seu uso real com o paciente. Todavia, a utilização destes recursos ainda tem se mostrado inviável no sistema público de saúde e consultórios médicos ou odontológicos devido ao alto custo para aquisição da licença dos *softwares* e à necessidade de *hardware* de alto desempenho para processamento das imagens médicas. (SILVA *et al.*, 2014)

Após o paciente se submeter aos exames radiológicos para visualização da região que será tratada, será produzida uma sequência de imagens baseadas nas secções transversais do tecido analisado. Após a obtenção das imagens 2D, os dados deverão ser exportados em formato DICOM (*Digital Imaging Communications on Medicine*) e enviadas para segmentação das imagens e criação do modelo 3D virtual. (SILVA *et al.*, 2014)

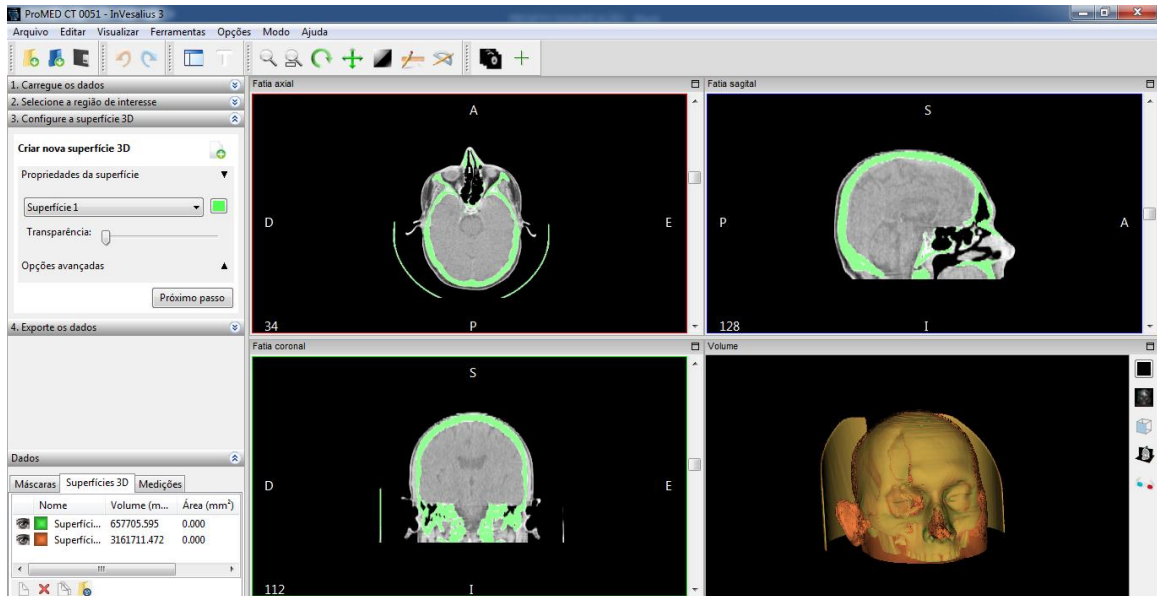
A transição da superfície 3D para ambiente CAD é feita através da exportação dos dados em formato STL (*Standard Triangulation Language*) para execução da fase de projeto. Depois o modelo é exportado no formato STL para a máquina de prototipagem rápida, após a edição do biomodelo virtual em *software* CAD, onde será confeccionado o protótipo físico. (BIBB; WINDER, 2010)

Tecnologias como a captura tridimensional de superfície (digitalização 3D), CAD tridimensional (3D CAD), e os processos de fabricação de camada aditivada (ou Prototipagem Rápida e Fabricação) foram investigados em aplicações protéticas bucomaxilofaciais. No entanto, a literatura, na maioria das vezes, é composta por relatos de estudos de caso clínicos, únicos, que descrevem uma determinada tecnologia ou aplicação. (SILVA *et al.*, 2014)

Visando facilitar o processo de confecção de biomodelos e o resultado final das próteses bucomaxilofaciais, pode-se fazer a adesão de softwares livres, tendo estes programas permissão aberta para uso, cópia e distribuição (de forma original ou modificado pelo usuário), e ser oferecido a baixo custo ou sem custos. As principais vantagens dos softwares livres é a oportunidade de ser atualizado sempre que possível sem custos e ainda a redução da necessidade de reposição ou atualização de hardware quando se instala novas versões. Sendo assim, em qualquer consultório que disponha de equipamentos com configurações razoáveis, poderão ser executados tais softwares de maneira proveitosa. (SOUZA *et al.*, 2014)

O desenvolvimento do software InVesalius surgiu como uma opção de programa de biomodelagem acessível para a área médica e odontológica. Este software cria modelos virtuais de estruturas anatômicas em 3D, a partir de imagens 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 adequado. O InVesalius é disponível para os sistemas operacionais Windows e Linux e o acesso gratuito é realizado através do portal de software público brasileiro (www.softwarepublico.org.br). (GOUVEIA *et al.*, 2009)

FIGURA 7: Processamento de imagens no InVesalius 3.1.

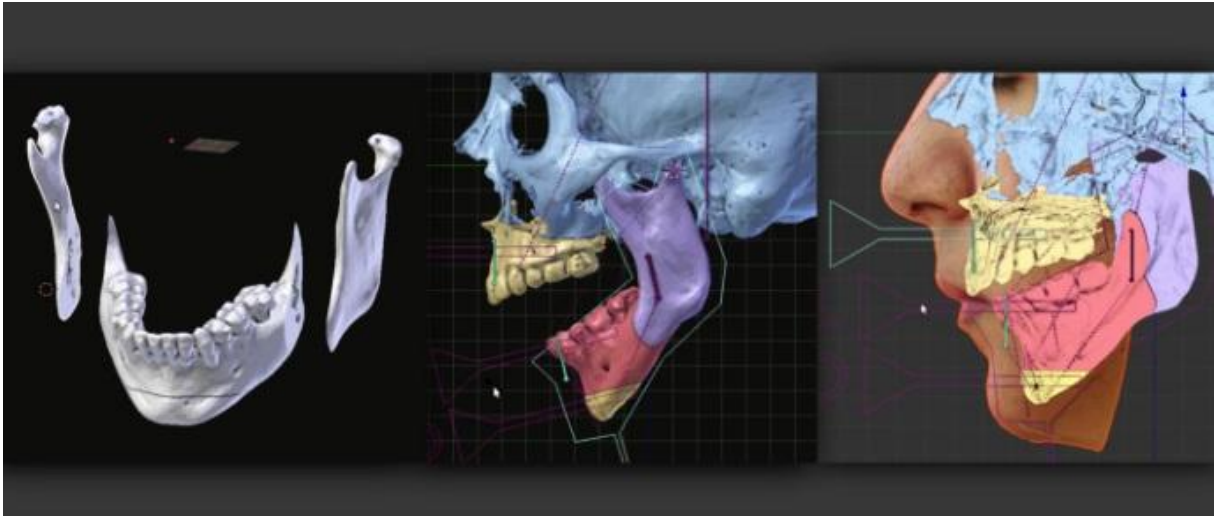


FONTE: captura de tela do InVesalius 3.1

Ainda mais recente, foi criado um software livre chamado Blender e sua extensão OrtogOnBlender, voltado para o planejamento digital de cirurgias na área bucomaxilofacial, que objetiva facilitar o uso das ferramentas em 3D pelos profissionais. Este software disponibiliza boas ferramentas para a criação dos objetos virtuais e/ou faces virtuais. Apresenta também uma interface rica em funções, possibilitando inúmeros planejamentos diferentes, devendo o operador ter conhecimento destas aplicações durante o uso. (MORAES *et al.*, 2018)

O OrtogOnBlender trata-se de um *addon* que tem em sua estrutura suporte para reconstrução dos ossos e tecidos moles em 3D, a partir da importação de tomografia computadorizada ou moldes digitais; bem como cria e importa fotogrametria; redimensiona a face baseada em medida conhecida e alinha a fotogrametria em relação ao mole reconstruído a partir da tomografia; acesso a dinâmica no tecido mole e permite criação dos *splints* cirúrgicos, para posterior impressão em três dimensões. (MORAES *et al.*, 2018)

FIGURA 8: OrtogOnBlender durante uso evidenciando tecidos moles e ósseos abordados.



FONTE: Disponível em <https://github.com/cogitas3d/OrtogOnBlender>. Acesso em: 29/08/19.

3.4.4. ESCANEAMENTO EM 3D APLICADO À SAÚDE

Escaneamento 3D é a técnica que faz análise de um objeto real e o transforma em uma versão digital, através de um aparelho de scanner. Os scanners realizam uma medição tridimensional de algo real, que pode ser analisado ou remodelado digitalmente. Na prática o Scanner 3D estima pontos em coordenadas 3D que devem estar na superfície do objeto escaneado. Eles ainda podem ser utilizados para obter medidas completas ou parciais de qualquer coisa. Grande parte deles gera pontos de alta densidade quando comparados à aparelhos tradicionais, que realizam medidas “ponto por ponto”. E esta análise pode ser utilizada em muitas áreas, desde a engenharia até a medicina, facilitando os diagnósticos dos exames, por exemplo. (DEZEN-KEMPTER *et al.*, 2015)

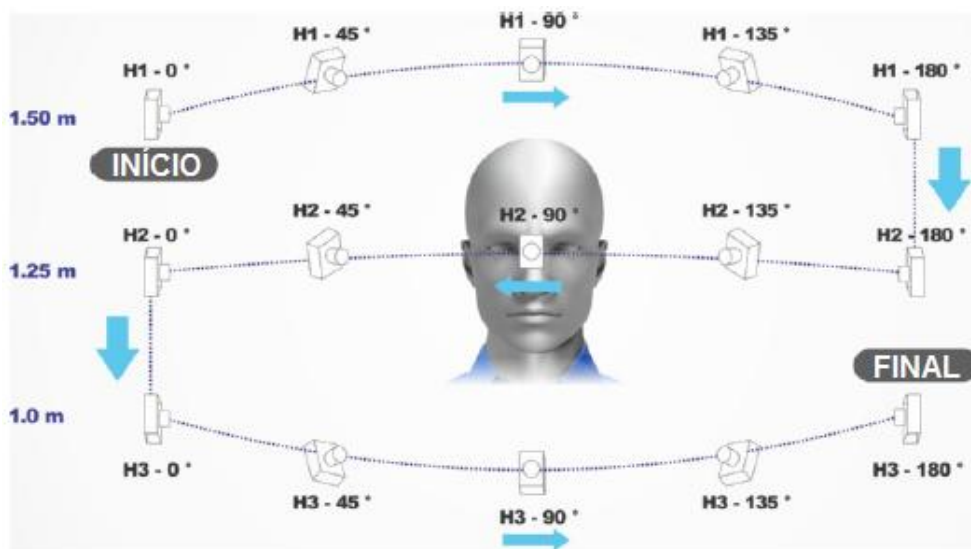
Os scanners 3D podem operar sob diferentes princípios. Os modelos com conceito de operação mais simples realizam a varredura dos pontos na superfície através de contato mecânico, como é o caso das máquinas de medição por coordenadas. Esta varredura se dá de forma bastante lenta e por isso limita o uso deste tipo de equipamento.

Já os scanners sem contato permitem uma varredura de muitos pontos em tempo menor, como é o caso dos scanners a laser. Existem diversas formas de realizar um escaneamento, sendo as mais comuns são as tecnologias de escaneamento 3D por fotogrametria e baseados em luz.

- FOTOGRAMETRIA

Consiste em tirar fotos 2D em volta de um objeto de diferentes ângulos seguida da união das fotos em uma única imagem tridimensional (3D) por meio de um software. Esta técnica é simples e prática pois utiliza apenas uma câmera e um software compatível. (MENA-CHALCO *et al.*, 2010)

FIGURA 9: Sequência fotográfica completa ao redor da região de interesse.



FONTE: SALAZAR-GAMARRA *et al.*, 2016.

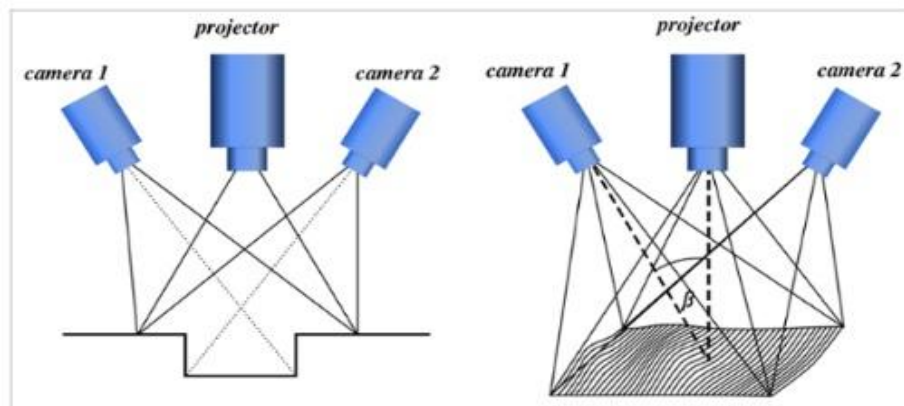
- BASEADOS EM LUZ

Escaneamentos 3D que dependem de alguma radiação são conhecidos como “light-based” ou baseados em luz. Duas das tecnologias mais comuns são **a luz estruturada e o laser**. Scanners que utilizam a técnica de luz estruturada enviam padrões de luz para o objeto que será capturado. Com base nas deformações desse padrão, o aparelho determina a forma do modelo e cria uma espécie de réplica digital.

Triangulando imagens múltiplas do escaneamento, é possível calcular as dimensões do objeto em toda a sua complexidade. Já o escaneamento a laser mede em alta velocidade o ângulo dos lasers refletidos, que são traduzidos em coordenadas de um objeto e depois, em uma réplica digital. (DEZEN-KEMPTER *et al.*, 2015)

O escaneamento com luz estruturada é frequentemente usado como uma alternativa à varredura laser 3D, devido à tendência de que os lasers sejam facilmente interrompidos por superfícies reflexivas, qualquer forma de transparência e até mesmo os padrões complexos de interferência na própria luz do laser. (KONDRAT *et al.*, 2011)

Figura 10: Método de escaneamento com luz estruturada.



FONTE: Disponível em <http://www.smartdent.com.br/Detalhe-Noticia/o-que-e-escaneamento-com-luz-estruturada>. Acesso em: 29/08/19.

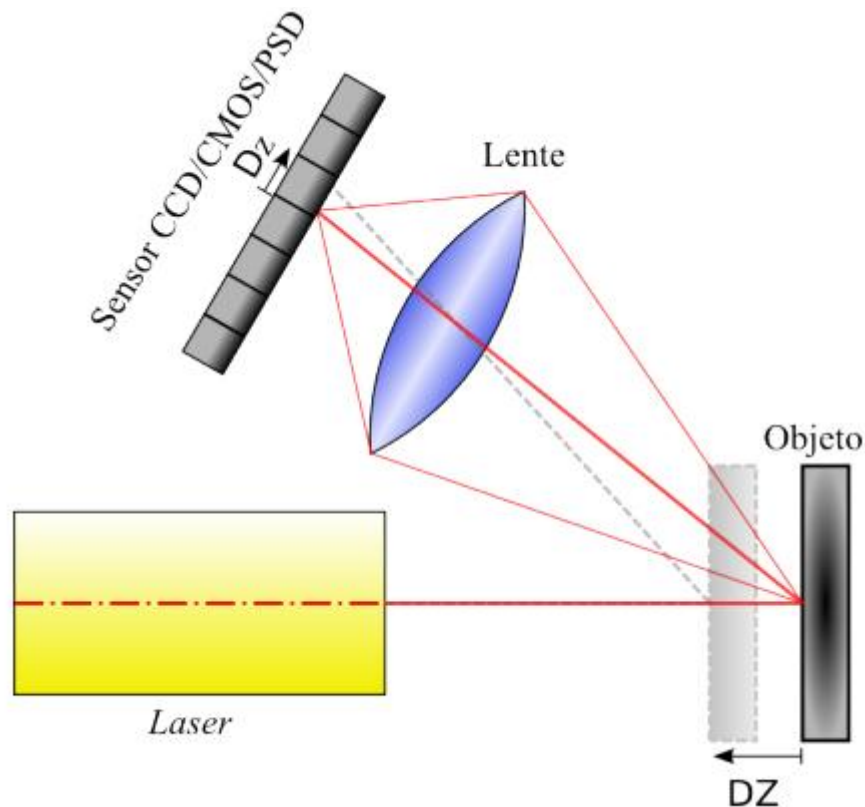
Figura 11: Luz estruturada aplicada às partes do corpo humano.



FONTE: KONDRAT *et al.*, 2011.

De uma forma geral os scanners a laser reproduzem imagens menos precisas, em questão de décimos; a luz azul se mostra mais precisa, em questão de centésimos; e a luz branca se mostra precisa, em questão de milésimos. (KLEIN *et al.*, 2012)

FIGURA 12: Esquema de funcionamento do *laser* durante escaneamento.



FONTE: SIMAS *et al.*, 2014.

Atualmente a luz azul projetada a partir de LEDs sofisticados tornou-se o novo padrão de escaneamento não só na Odontologia, graças ao seu aumento na precisão e maior resistência a forças disruptivas, como reflexos ou até mesmo a leve transparência da peça. (KONDRAT *et al.*, 2011)

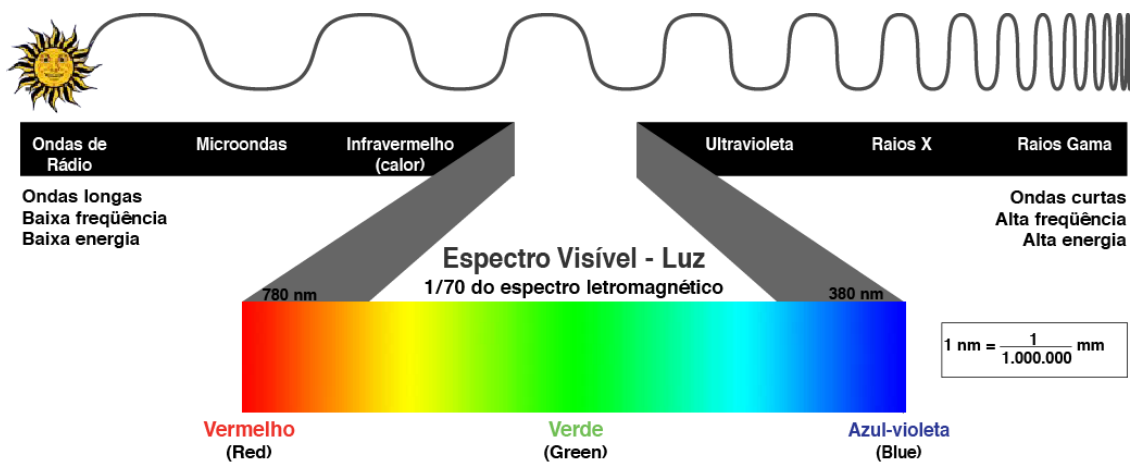
O scanner 3D dá aos profissionais da saúde e muitas outras áreas, a possibilidade de realizar medições e gerar modelos tridimensionais com alta precisão, velocidade e qualidade. (KONDRAT *et al.*, 2011)

Além destas tecnologias ainda pode-se citar o escaneamento através da **radiação infravermelha**, sendo a lógica de funcionamento a mesma, em que o

scanner conhece as propriedades naturais da radiação que usa e altera tais propriedades quando a radiação interage com qualquer objeto. Ao sofrer tal interferência essa radiação traduz as informações em imagens. (FOGAÇA *et al.*, 2019)

Os raios infravermelhos (IV) são radiações eletromagnéticas com comprimentos de onda entre 700 e 50000 nm. As radiações que são mais claramente percebidas são as cores, que ficam na região do visível. Mas existem também outros tipos de radiações, que ficam na região invisível aos nossos olhos (como o infravermelho), conforme o espectro eletromagnético. (FOGAÇA *et al.*, 2019)

FIGURA 13: Espectro de luz visível e invisíveis ao olho humano.



FONTE: Disponível em <https://www.todamateria.com.br/espectro-eletromagnético/>. Acesso em: 30/12/19.

Como o comprimento de onda é inversamente proporcional à energia, esse tipo de radiação é de baixa energia, pois fica na faixa de energia necessária para fazer os átomos de uma substância vibrarem sem provocar uma reação, logo ela é uma radiação não ionizante. Todo corpo é emissor de radiações infravermelhas. Quanto maior a temperatura, maior é a emissão dessas radiações, e o ser humano sente melhor a presença desse tipo de radiação quando elas são bem intensas, pois liberam calor. (FOGAÇA *et al.*, 2019)

As **câmeras sensíveis ao infravermelho** conseguem mostrar as áreas mais quentes dos corpos, que ficam nas cores amarelo e laranja. Estas câmeras tem a capacidade de captar os movimentos através das ondas térmicas, ou seja, mesmo em um ambiente escuro ela é capaz de identificar um corpo em movimento. Quando a

captura é feita em locais totalmente escuros as imagens são em preto e branco, já em ambientes iluminados esta captura apresenta as cores normais. (FOGAÇA *et al.*, 2019)

QUADRO 03: Comparação entre tecnologias de escaneamento.

**CARACTERÍSTICAS ESCANEAMENTO FOTOGRAMETRIA INFRAVERMELHO
3D A LASER**

<i>Precisão</i>	Milímetro	Centímetro	Milímetro
<i>Resolução</i>	Milhões de pontos	Centenas de pontos	Milhares de pontos
<i>Custo do equipamento</i>	Dezenas de milhares	Centenas	Centenas
<i>Habilidade necessária</i>	Média-alta	Baixa	Baixa
<i>Portabilidade</i>	Volumoso	À mão	À mão
<i>Geração de dados 3D</i>	Captura automática	Pós processamento	Captura automática
<i>Modelagem 3D</i>	Extração automática da forma	Modelagem manual	Extração automática da forma
<i>Desafios ambientais</i>	Refletividade, textura da superfície, tempo, movimento do alvo, bordas, linha de visão	Repetição, textura da superfície e do material, ângulo e linha de visão	Repetição, movimento do alvo, extremidades

FONTE: KLEIN *et al.*, 2012; BELLUS3D, 2019.

3.4.5. ESCANEAMENTO EM 3D COM SMARTPHONES

Visando buscar um método de escaneamento com qualidade e através de um equipamento acessível, fácil de transportar e fácil de manusear, pensa-se na utilização dos smartphones para tal fim. A utilização da técnica de fotogrametria é indicada para casos de objetos com geometria complexa, como um rosto, onde o seu modelamento manual se torna complicado em um software CAD. Apresenta como

vantagens o baixo custo e a possibilidade de digitalizar objetos com superfícies reflexivas, que não é possível com escaneamento a laser. (AHRENS *et al.*, 2013)

No protocolo desenvolvido por Salazar-Gamarra (2016) são tiradas 15 fotografias em sequência e o aplicativo soma todas essas fotos, criando uma imagem em 3D da face. Da mesma forma, outro aplicativo permite o espelhamento e a confecção de um modelo que reproduza o lado anatômico não afetado. Com a imagem definida, o molde é produzido em uma impressora 3D e depois trabalhado à mão até chegar ao resultado final da forma mais realista possível.

No estudo de Ahrens (2013) foi avaliada uma técnica de digitalização tridimensional por imagens obtidas por câmeras fotográficas, utilizando dois softwares de preparação do modelo virtual, como ferramenta empregada na captura de imagens de uma peça fabricada pelo processo de moldagem por injeção. Foi realizado um comparativo entre as dimensões de uma peça injetada e de peças prototipadas, e percebeu-se uma boa relação custo benefício. Porém merece aprimoramentos devido a erros nas dimensões.

Segundo Lima (2018) fotografias realizadas em ambiente externo com luz natural gera objetos 3D aceitáveis para planejamento virtual em softwares, pois não apresentam distorção grave na reconstrução 3D, diferentemente do que ocorre quando as fotografias são feitas em ambiente interno. Assim para se obter imagens aceitáveis para digitalização e modelagem tridimensional com menos chances de erros, o ideal é realizar a sequência de fotos em ambiente favorável e com luz natural.

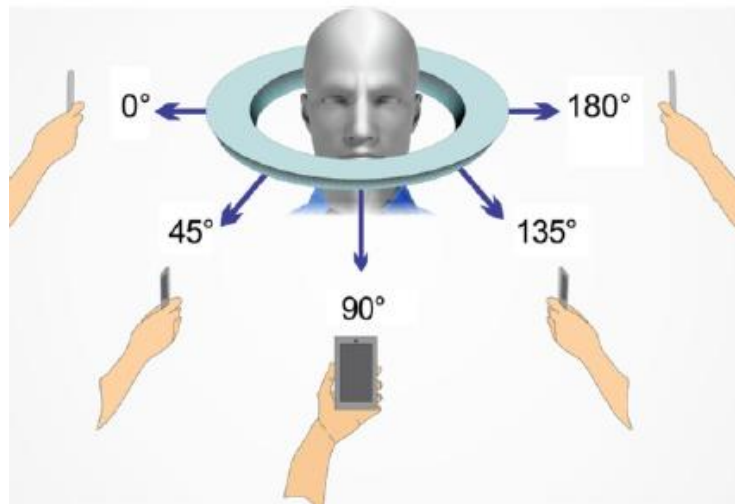
No estudo realizado por Gamarra (2016) foram realizadas sequências de fotos em 2D de um paciente com deformidade facial. Todo o ambiente foi preparado para receber iluminação natural e orientada em quantidade suficiente, sem uso de flash para não gerar sombras e obter imagens mais nítidas. Evitou-se iluminação irregular, como luz de fundo forte, direta e intensa para o objeto. Bem como, objetos com superfícies reflexivas ou brilhantes foram eliminados do campo de visão da câmera durante a captura de fotos processo.

A técnica de fotogrametria foi aplicada em um smartphone por meio de um aplicativo livre. As fotos foram tiradas em três alturas diferentes e em angulações diferentes (0°, 45°, 90°, 135° e 180°). Sendo todas as capturas perpendiculares à área de interesse principal (face do paciente). Além disso, todas as fotos foram feitas com o dispositivo no modo “foco automático”, para evitar ao máximo fotografias

desfocadas. Antes do processamento, as imagens eram avaliadas quanto a iluminação, irregularidades e foco, para evitar erros na digitalização. A maioria das fotos capturadas se mostraram compatíveis para criação do modelo digital. (SALAZAR-GAMARRA *et al.*, 2016)

Além de baratear o custo das fotografias, esta nova técnica permite trabalhar com previsibilidade e pode diminuir bastante o tempo de preparo da prótese, que era antes esculpida por um profissional.

FIGURA 14: Angulações utilizadas para captura de fotos em alturas diferentes.



FONTE: SALAZAR-GAMARRA *et al.*, 2016.

Pensando ainda em minimizar os custos com a reabilitação protética dos pacientes, pode-se falar em tecnologias para smartphones em que é possível produzir a imagem computadorizada em três dimensões do rosto do paciente a partir de aplicativos. A digitalização de faces em 3D com alta resolução por meio de smartphones é um recurso totalmente novo. Alguns dispositivos estão sendo desenvolvidos com tecnologia embutida nas câmeras que conseguem a captura de rostos tridimensionalmente por meio de aplicativos, e um dos mais utilizados tem sido o *Bellus 3D FaceApp*.

O funcionamento se dá através de um conjunto de sensores associados a câmera do dispositivo. Esta câmera projeta 30.000 pontos de infravermelho no rosto do usuário, um emissor de luz para detectar a face mesmo com pouca iluminação e

um projetor de pontos enquanto o usuário/paciente movimenta a cabeça em diferentes ângulos pré-determinados pelo aplicativo. A partir daí o processamento das imagens é feito em alguns segundos pelo aplicativo para gerar um modelo 3D de alta resolução e foto-realista da face do paciente. (BELLUS3D, 2019)

Assim estas técnicas podem ser empregadas em grande parcela de pacientes, devido à sua praticidade (pois ocupa pouco espaço, gasta menos tempo e pode ser realizada sem necessitar de mão de obra especializada), menor custo e facilidade de manuseio, permitindo ser abordada por maior quantidade de profissionais e assim simplificando a reabilitação em maior quantidade de pacientes.

3.4.6. BANCO DE NARIZES VIRTUAL EM 3D

A partir da antropometria craniofacial descobriu-se que o índice nasal era o que melhor diferenciava as etnias humanas. A forma do nariz além de indicar a etnia, também determina fatores raciais, idade e gênero. Parâmetros como tamanho, forma e as proporções do nariz são indicativos de beleza ou de elegância, devido ao fato deste órgão estar está situado no centro da face. Tais singularidades do nariz humano são de grande utilidade para a realização de reparos e reconstruções do nariz. (UZUN *et al.*, 2014)

A determinação dos tipos de narizes, modelos de aberturas das narinas, perfis e ângulos nasais no ser humano resultou em normas para o estudo das anormalidades ou dos efeitos do envelhecimento e de doenças, ou ainda de mudanças decorrentes do desenvolvimento e crescimento e de peculiaridades étnicas e raciais. (UZUN *et al.*, 2014)

Segundo a classificação de Olivier (1969), o nariz pode ser dividido em sete tipos baseados no índice nasal (largura multiplicada por 100 e dividido pelo comprimento total): (DONG *et al.*, 2010)

1. Nariz demasiadamente estreito (X-39,99)
2. Nariz muito estreito (40,00-54,99)
3. Nariz estreito (55,00-69,99)
4. Nariz médio (70,00-84,99)

5. Nariz largo (85,00-99,99)
6. Nariz muito largo (100,00-114,99)
7. Nariz extremamente largo (115,00-X)

Segundo os estudos de Uzun (2014) os narizes devem ser observados de acordo com a forma do dorso (retilíneo, côncavo, convexo ou curvo) e também a forma da ponta do nariz, a forma da asa nasal e a altura do nariz.

FIGURA 15: Perfis nasais de acordo com o dorso.



FONTE: UZUN *et al.*, 2014.

Devido à miscigenação entre índios, negros, caucasianos e árabes, é possível encontrar brasileiros com os mais diversos tipos de nariz. (UZUN *et al.*, 2014) A partir desses parâmetros nasais mensurados, pensou-se na construção de modelos virtuais nasais, baseados nas características mais prevalentes dos narizes brasileiros.

Existem sites com bancos de imagens em alta resolução criados para ajudar na escolha de modelos nasais pré-cirurgia plástica, porém essas imagens apresentam-se em duas dimensões, não permitindo testes precisos nem visualização em todos os ângulos. (DEPOSITPHOTOS INC., 2020)

Um indivíduo mutilado que não pode recorrer à cirurgia plástica para reconstrução nasal tem a possibilidade de obter um nariz novo através de uma prótese dessa região. (VOLPATO *et al.*, 2016) No intuito de auxiliar e agilizar o processo dessa reabilitação pensou-se na criação de um banco de narizes virtual em 3D. A construção de um banco virtual trata-se da obtenção de imagens em 3D de diversos tipos de narizes dos rostos brasileiros e o armazenamento desses modelos.

A aquisição de imagens por meio de smartphone visa reduzir custos e facilitar o processo de confecção da prótese. Os narizes modelos devem apresentar

características das principais etnias presentes no país, no intuito de servir como referência para a prótese que o paciente necessita usar, corrigindo não só o defeito estético da face como também dando a oportunidade de mudança ao paciente insatisfeito com seu padrão nasal anterior. (SALAZAR-GAMARRA *et al*, 2016)

A partir do escaneamento em 3D de diferentes faces, narizes podem ser extraídos e armazenados em pastas, permitindo ao paciente antever e escolher qual melhor opção protética para sua reabilitação nasal por meio de software específico.

4. METODOLOGIA

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo transversal de carácter observacional e descritivo, feito por meio de análises clínicas e bibliográficas para identificar a forma de aplicação do escaneamento facial com smartphone, visando obter modelos virtuais de narizes para auxiliar na confecção de próteses em pacientes mutilados.

4.2. POPULAÇÃO DO ESTUDO E AMOSTRA

A amostra foi constituída por pacientes mutilados de um consultório particular (CENTRO PARAIBANO DE REABILITAÇÃO ORAL), bem como por voluntários que apresentam narizes íntegros.

4.2.1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram selecionados pacientes que apresentam alguma deformidade ou mutilação na região nasal, e que necessitam de reabilitação protética. Para criação do banco de narizes, foram selecionados narizes íntegros de faces voluntárias adultas (homens e mulheres). Foram excluídos voluntários menores de 18 anos.

4.2.2. ESCANEAMENTO DA FACE

Através do smartphone, toda a face do paciente foi escaneada (e não só a região afetada), dispensando o processo de moldagem. Da mesma forma toda a face dos voluntários com narizes íntegros foi escaneada.

4.3. ESTUDO PILOTO

Previamente ao estudo principal, foram realizados testes com outros smartphones e outros aplicativos para avaliar a metodologia proposta.

Dentre os instrumentos utilizados, percebeu-se a carência de aplicativos compatíveis com faces, sendo a maioria adequado para escanear objetos com auxílio de malha quadriculada como base. Ao encontrar aplicativos que escaneavam faces, os mesmos não apresentavam varredura em ângulos adequados, gerando imagens pobres em detalhes e incompatíveis com a realidade.

Ao testar o *Bellus3D FaceApp* encontramos um app próprio para digitalização de rostos em 3D, com qualidade de imagem adequada e compatível com a realidade, sendo por isso eleito para esta metodologia. Como este aplicativo só é compatível com sistema iOS, a partir do iPhone X, este tornou-se o smartphone da pesquisa.

Foram avaliados os instrumentos de pesquisa e a dinâmica da coleta dos dados, para que fosse possível perceber as dificuldades enfrentadas e assim viabilizar a realização dos devidos ajustes.

FIGURA 16: Paciente com mutilação nasal selecionado para o protocolo.



FIGURA 17: Vista lateral do paciente selecionado para o protocolo.



4.4. INSTRUMENTOS UTILIZADOS

- *Smartphone (modelo iPhone X, iOS 13.4, 2018 - Apple®, EUA)*

A partir do smartphone *iPhone X* e seu sistema de câmera frontal *Apple TrueDepth* (7 Mp de resolução) milhares de pontos de infravermelho são projetados no rosto do participante, utilizando o aplicativo *Bellus 3D*.

FIGURA 18: Modelo do aparelho utilizado e suas respectivas câmeras (*iPhone X – Apple®*).



FONTE: Disponível em <https://www.apple.com/br/shop/buy-iphone/iphone-xr> Acesso em 10/01/2020.

FIGURA 19: Sistema *TrueDepth* de câmera frontal utilizada para o escaneamento.



FONTE: Disponível em <https://www.techtudo.com.br/noticias/2018/12/truedepth-tecnologia-do-reconhecimento-facial-do-iphone.ghtml> . Acesso em 10/01/2020.

- Aplicativo (*Bellus 3D FaceApp®* - versão 1.6.8, iOS, 2019)

Este aplicativo permite a captura de informações tridimensionais a partir da câmera frontal do smartphone. Automaticamente quando é acionado, indica a distância que o indivíduo deve ficar do aparelho, enquadrando sua face no espaço adequado, até o mesmo ficar verde, indicando a posição correta. Percebe-se então que a distância entre o

indivíduo e o aparelho é variável, pois depende do tamanho da face e da altura de cada uma.

Em seguida a tela exibe uma seta com a localização da câmera para a qual o indivíduo que será escaneado deve olhar. Com isso inicia-se a varredura, guiada por uma face exibida na tela que mostra as posições a serem seguidas para o escaneamento completo.

Com o smartphone devidamente estabilizado, o usuário segue os movimentos indicados pelo app de forma constante (olha para a câmera, vira para a esquerda 45°, retorna para o meio, vira para a direita 45°, retorna para o meio, inclina a cabeça para cima 45°, retorna para o meio, inclina a cabeça para baixo 45°, retorna para o meio). Após alguns segundos o app exibe o modelo 3D realista obtido.

Como o app funciona em inglês, é necessária a ajuda de um operador para auxiliar o processo e guiar o indivíduo a ser escaneado, traduzindo as instruções.

FIGURA 20: Posicionamento correto da face prévio ao escaneamento e os movimentos necessários para varredura completa.

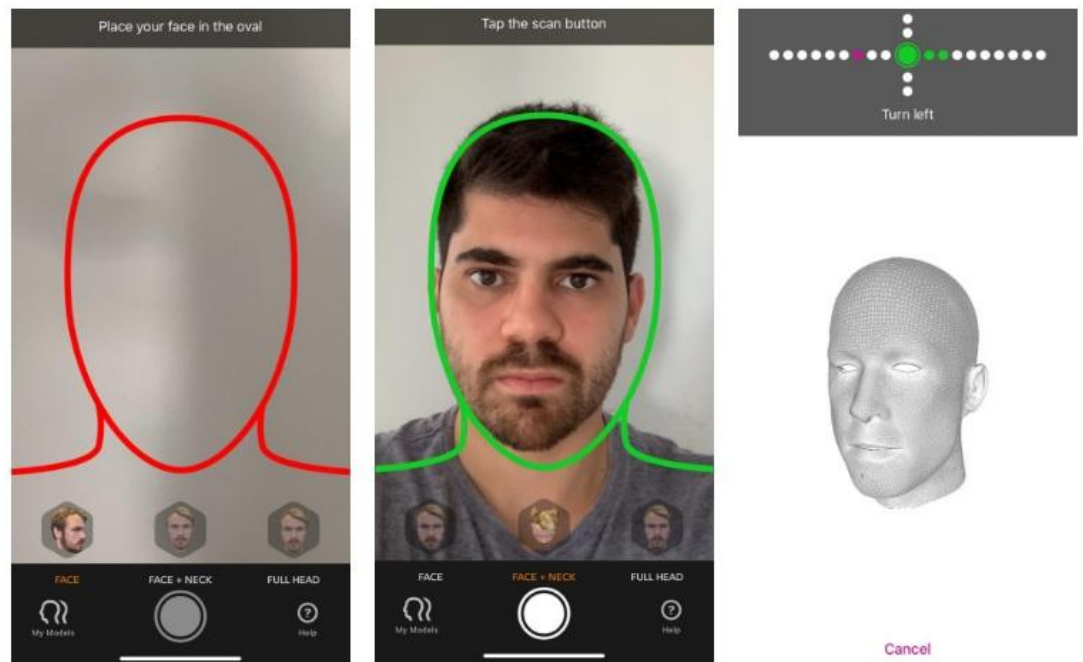


FIGURA 21: Modelo virtual gerado pelo *Bellus3D* imediatamente após escaneamento.



FONTE: Disponível em <https://www.bellus3d.com/faceapp/iphone>. Acesso em 10/01/2020.

A varredura completa da face é realizada graças aos princípios físicos da radiação infravermelha e ocorre em torno de 15 segundos. Em seguida o aplicativo automaticamente gera modelos 3D de alta resolução (1280 x 960 Mp) da face dos participantes.

Esta se torna uma ferramenta aliada quando se pensa no processo reabilitador.

FIGURA 22: Escaneamento da face do paciente mutilado.



FIGURA 23: Modelos em 3D do paciente obtidos após o uso do *Bellus3D*.



- Tripé

Foi utilizado um aparelho tripé com adaptador vertical para apoiar o smartphone, conforme a altura do paciente/voluntário. Este teve a função principal de estabilizar e elevar a câmera do aparelho, ficando a uma distância e altura adaptada de acordo com cada face escaneada. A distância de cada face para o aparelho é determinada pelo app com um sinal indicativo vermelho (incorreto) e verde (correto), antes de iniciar o escaneamento (FIGURA 20).

Para realizar o escaneamento em condições ideais deve-se estar em ambiente iluminado preferencialmente com luz natural; utilizar o smartphone no tripé; seguir as direções de movimentação de modo constante, de acordo com as instruções do app; evitar expressões faciais (caretas, sorrisos, etc) durante a varredura. Tais medidas evitam falhas na digitalização e geram modelos com qualidade de imagem satisfatória. Essas recomendações são ditadas pelo app durante o escaneamento, orientando o paciente quanto à velocidade e amplitude de movimentação da cabeça.

FIGURA 24: Smartphone devidamente posicionado no tripé para iniciar escaneamentos com o aplicativo *Bellus3D*.



4.5. CRIAÇÃO DO BANCO DE NARIZES

Foram escaneados 30 voluntários, homens e mulheres adultos, com diversos tipos de narizes prevalentes no Brasil.

FIGURA 25: Escaneamento no plano frontal em face voluntária.

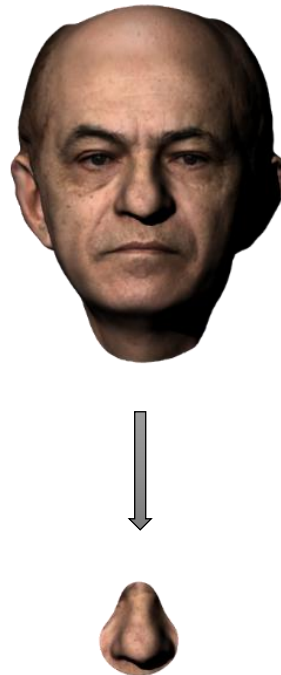


FIGURA 26: Rotação superior da cabeça e captura dos ângulos (45°) da face durante o escaneamento.



Em seguida as imagens foram exportadas em formato OBJ, STL ou GLB e trabalhadas no software *OrtogOnBlender* para recorte dos narizes selecionados.

FIGURA 27: Modelo virtual 3D gerado e respectiva extração do nariz.



As imagens foram processadas no software *OrtoOnBlender* (que permite um planejamento detalhado de cada caso) e os modelos em 3D dos narizes criados foram armazenados em pastas virtuais, sendo estes editáveis para adaptar-se em qualquer face. Com isso, inicia-se a confecção do banco virtual de narizes.

FIGURA 28: Processo de extração de nariz das faces capturadas e seus respectivos modelos no software.

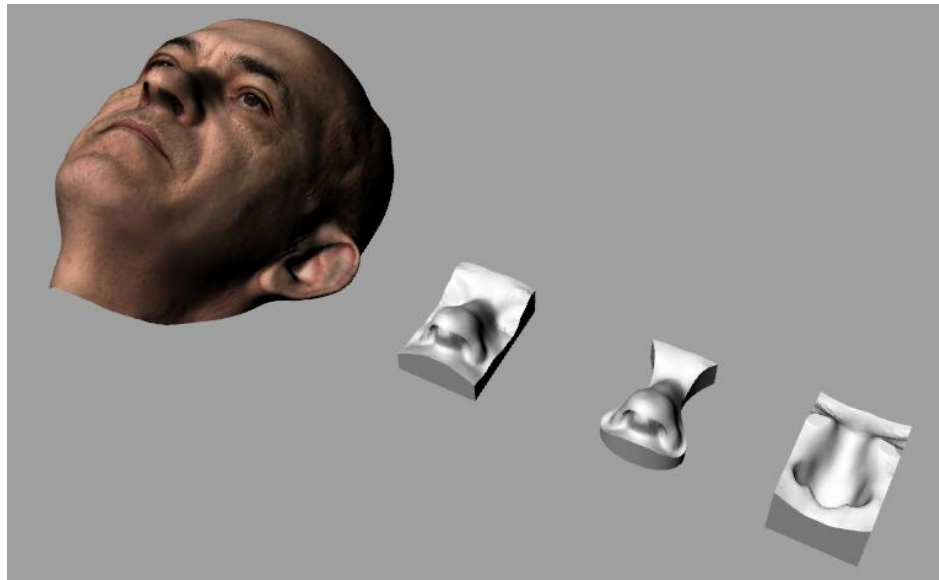
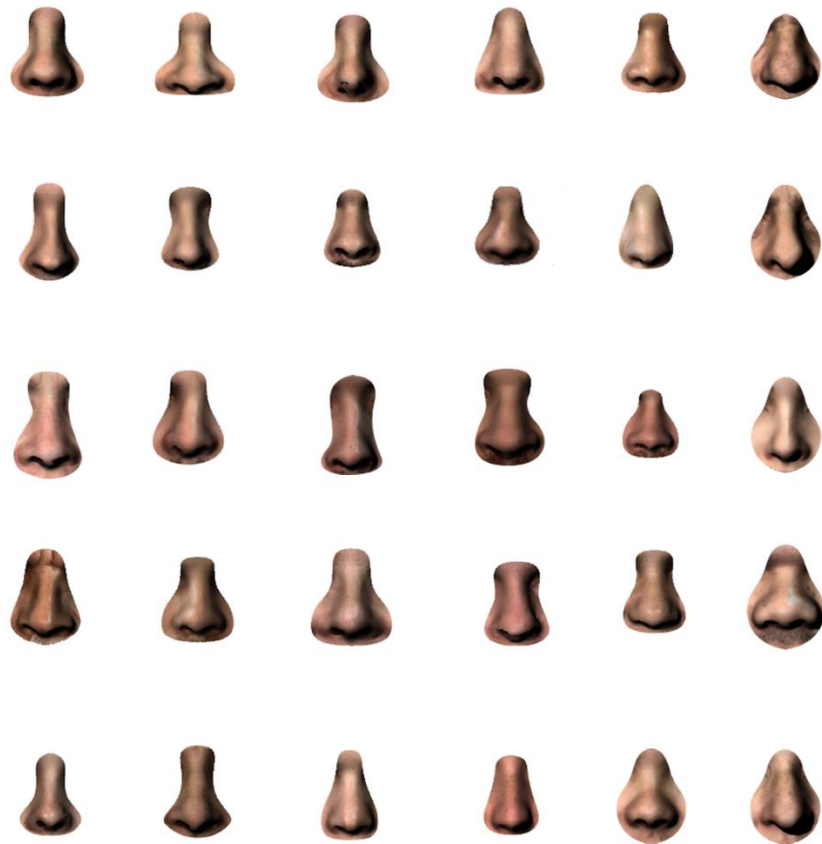


FIGURA 29: Modelo nasal 3D adquirido a partir do banco de narizes visto em diferentes perspectivas.



O banco de narizes criado compreende um total de 30 modelos virtuais, em tamanho real, alta resolução (1280 x 960 pixels) e passíveis de edição para adaptar-se em qualquer face por meio do software escolhido.

FIGURA 30: Representação em 2D dos narizes obtidos para o banco virtual.



4.6. PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO DAS IMAGENS

Após a obtenção de todas as imagens nasais em 3D foi feita avaliação de cada imagem de forma subjetiva, através de observação visual, quanto a presença ou não de falhas. A presença de falhas discretas foi tolerada e corrigida através do software, já as imagens distorcidas foram descartadas.

4.7. COLETA DE DADOS

Todas as imagens foram coletadas a partir dos escaneamentos e em seguida exportadas. A partir dos instrumentos utilizados foram geradas imagens da face de cada participante e os modelos virtuais de narizes extraídos foram armazenados.

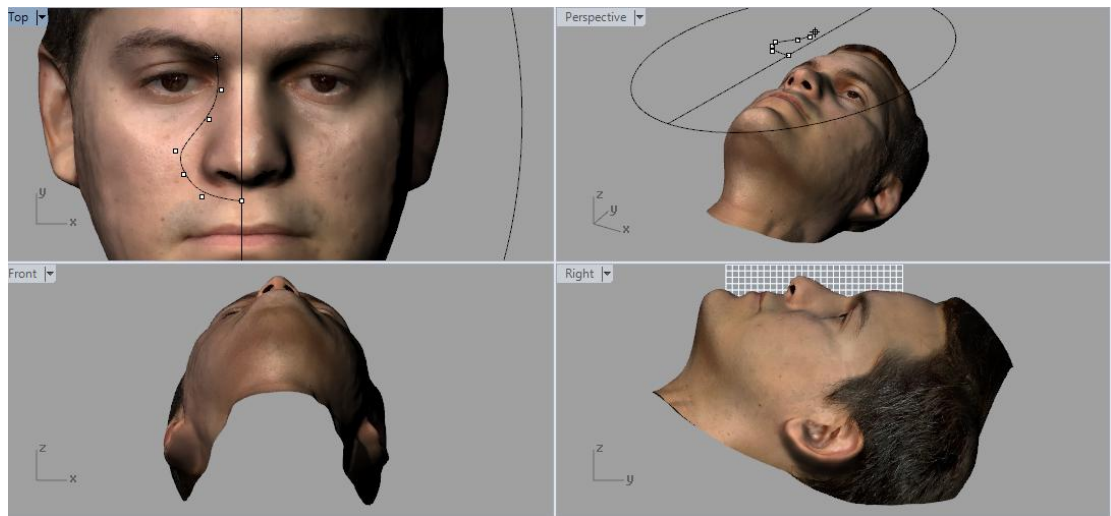
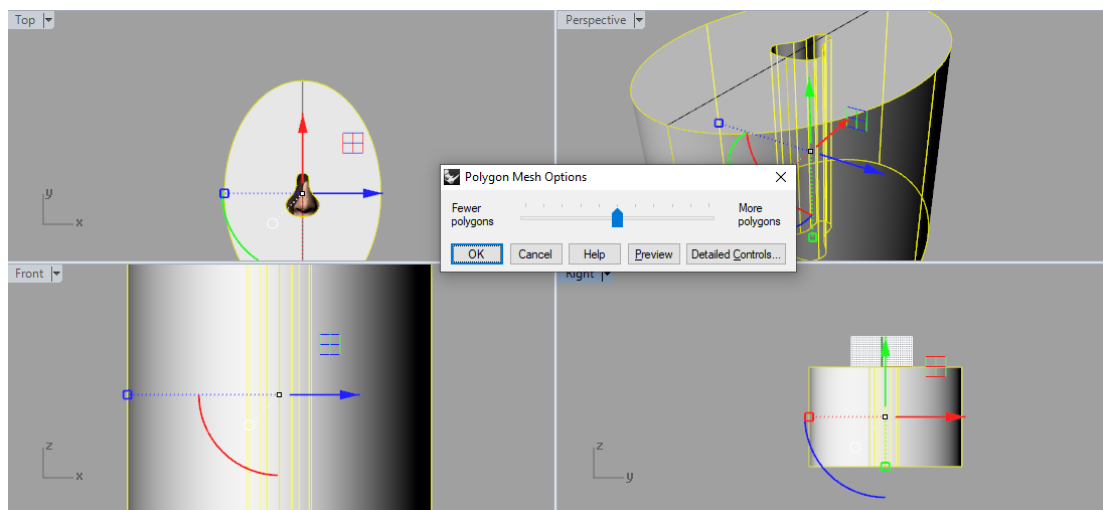
FIGURA 31: Seleção do modelo e extração do nariz em 3D.**FIGURA 32:** Refinamento do nariz para inserção no banco virtual.

FIGURA 33: Imagem gerada a partir do escaneamento e modelo nasal masculino selecionado para o banco virtual.

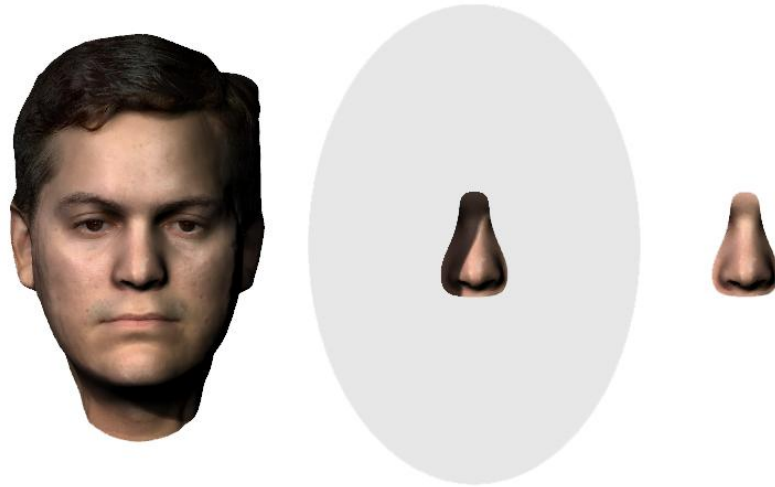
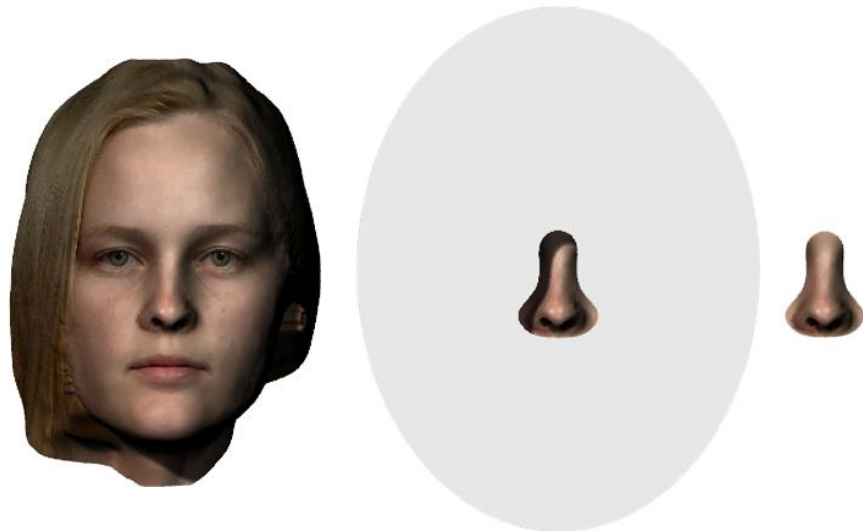
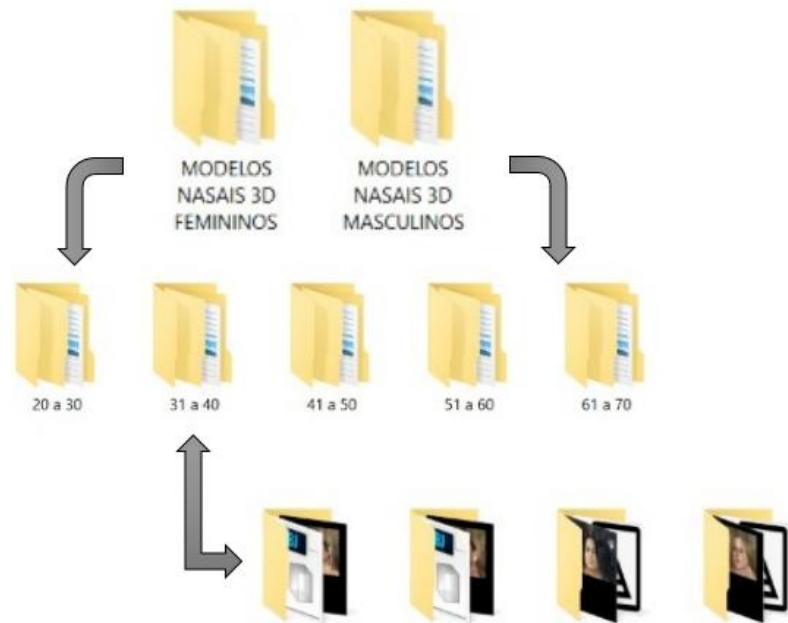


FIGURA 34: Modelo nasal feminino selecionado para o banco virtual.



Em seguida, foram criadas pastas para receber as imagens antes e após a seleção dos narizes, sendo posteriormente categorizadas de acordo com o sexo e faixa etária.

FIGURA 35: Pastas devidamente categorizadas para armazenamento dos modelos nasais.



O banco virtual de narizes criado permite ao paciente mutilado escolher qual modelo de nariz poderá usar como prótese, bem como antever de modo digital sua face com o novo nariz em três dimensões prévio à reabilitação.

4.8. APLICAÇÃO DO PROTOCOLO EM PACIENTE

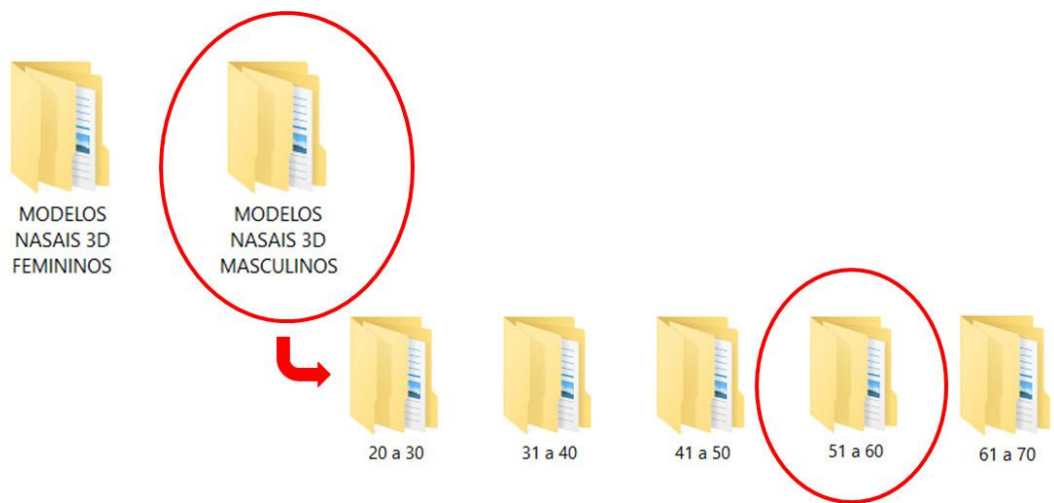
Após o paciente ser escaneado, da mesma forma anteriormente descrita, com a ajuda do operador será realizado o acesso ao banco de narizes naquele momento para escolha do modelo nasal que o paciente desejar.

FIGURA 36: Paciente selecionado e seu respectivo modelo 3D após escaneamento.



Para proporcionar resultados mais estéticos e naturais na face do paciente, o ideal é recomendar o acesso apenas às pastas do sexo e faixa etária compatíveis com o paciente. Assim o resultado final permitirá uma maior harmonia na face, proporcionando mais satisfação do paciente.

FIGURA 37: Acesso ao banco de narizes 3D buscando as pastas compatíveis com o paciente.



Através do software é possível adaptar os mais diferentes modelos nasais na face em questão, sendo possível um comparativo de forma visual para auxiliar na tomada de decisão do paciente.

FIGURA 38: Comparação visual entre diferentes modelos nasais no mesmo paciente.



Após a visualização dos modelos selecionados o paciente decide qual modelo ficou melhor e aprova o mesmo para seguir o protocolo e gerar arquivo para impressão 3D da cópia negativa do nariz.

FIGURA 39: Modelo nasal adaptado na face e aprovado pelo paciente.



4.9. ASPECTOS ÉTICOS

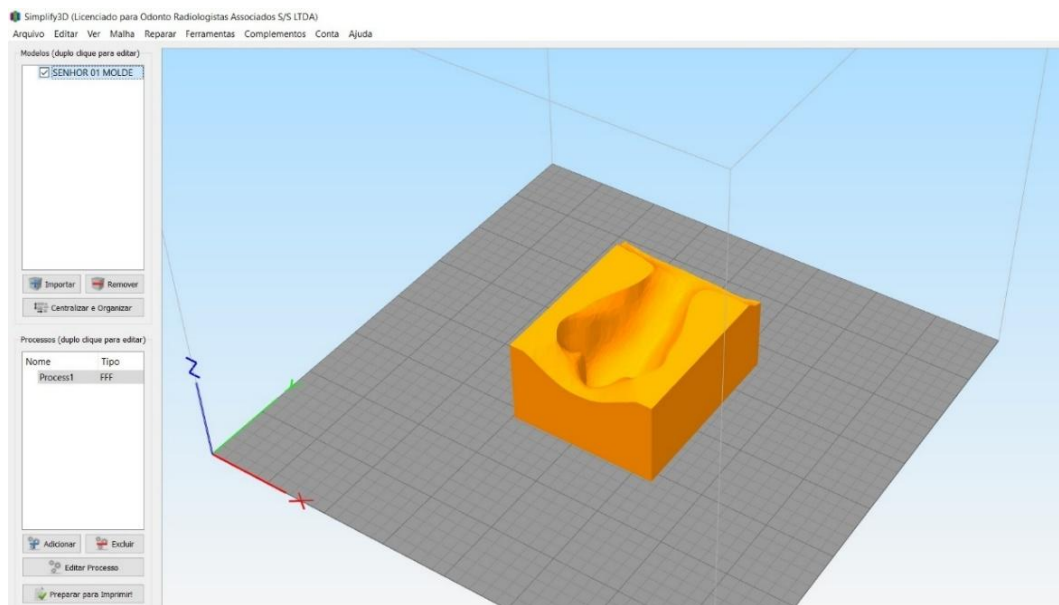
Por se tratar de uma pesquisa envolvendo seres humanos, foi realizada a submissão do projeto ao comitê de ética em pesquisas, através do Sistema CEP/CONEP por meio da Plataforma Brasil e o mesmo foi aprovado com número CAAE 28895920.9.0000.5187.

Foram aplicados aos participantes da pesquisa: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Autorização para uso de Imagens (TCFV), conforme os ANEXOS 1 e 2, respectivamente.

4.10. IMPRESSÃO DO MOLDE NASAL

Após seleção de um modelo nasal do banco criado, utiliza-se o software para produzir uma cópia negativa ou um molde do mesmo modelo, que é salvo em arquivo STL e depois convertido para formato GCODE no ato da impressão.

FIGURA 40: Cópia negativa de modelo selecionado para impressão.



4.11. FLUXOGRAMA DE METODOLOGIA DA PESQUISA



FONTE: Elaborado pela autora, 2020.

4.12. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após a coleta de todas as informações foram utilizados métodos estatísticos descritivos (frequência absoluta e relativa) para organizar, resumir e descrever os aspectos importantes do estudo e as características observadas. Toda a análise descritiva foi feita baseada em variáveis quantitativas discretas e contínuas, sendo representadas através de tabelas e gráficos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os modelos 3D gerados foram devidamente organizados e avaliados pelas variáveis *sexo*, *faixa etária* e *qualidade das imagens*. Ao total, foram obtidos 30 modelos diferentes de narizes para compor o banco virtual.

TABELA 01: Distribuição de frequências dos narizes segundo sexo.

SEXO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)
<i>FEMININO</i>	14	46,66
<i>MASCULINO</i>	16	53,33
TOTAL	30	100

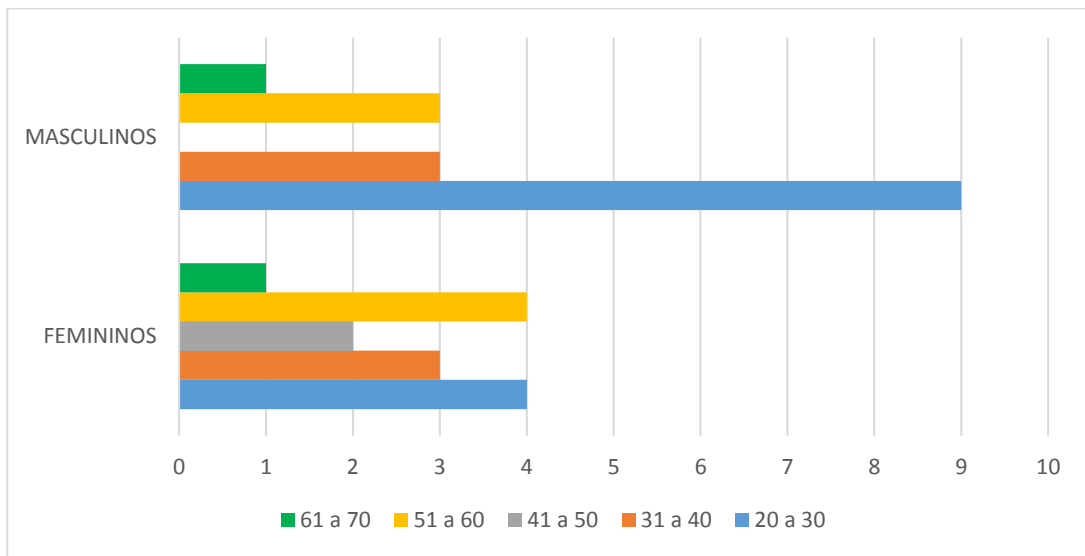
Os modelos nasais foram armazenados e categorizados também de acordo com a *faixa etária* dos indivíduos escaneados.

TABELA 02: Distribuição de frequências dos narizes segundo a faixa etária.

FAIXA ETÁRIA (anos)	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)
<i>20 a 30</i>	13	43,33
<i>31 a 40</i>	6	20
<i>41 a 50</i>	2	6,66
<i>51 a 60</i>	7	23,33
<i>61 a 70</i>	2	6,66
TOTAL	30	100

Para melhor observação dos dados da Tabela 04 os mesmos foram organizados em um gráfico de setores conforme o exposto a seguir.

GRÁFICO 01: Gráfico de barras para a variável *faixa etária* dos modelos nasais.



Através desse gráfico pode-se observar que dentre os narizes escaneados, a faixa etária prevalente para homens foi entre 20 e 30 anos (exibindo 9 modelos nasais), já para as mulheres coincidiram as faixas etárias de 51 a 60 anos e 20 a 30 anos com a mesma quantidade de narizes cedidos (ambas exibindo 4 modelos nasais). A faixa etária de 20 a 30 anos apresentou maiores números de modelos nasais, sendo o sexo masculino dominante.

E ainda pode-se observar o aspecto dos modelos nasais obtidos a partir da análise da variável *qualidade das imagens* e se esses são aceitáveis para gerar o modelo negativo da futura prótese.

TABELA 03: Distribuição de frequências dos narizes de acordo com aspecto da imagem obtida.

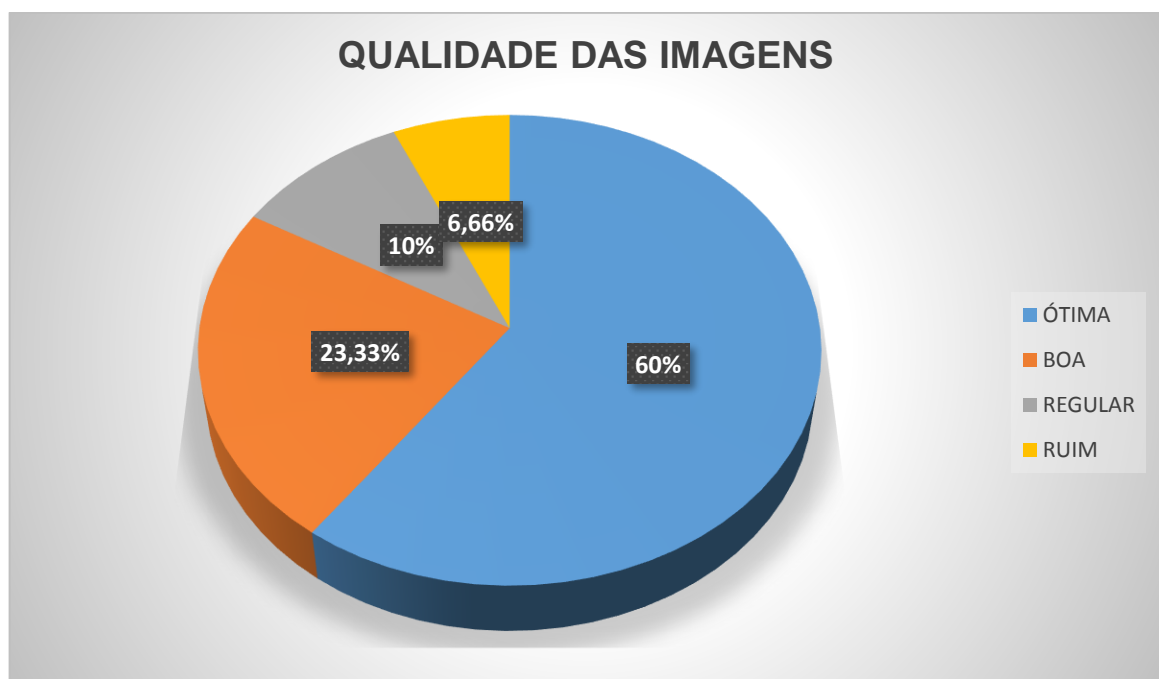
QUALIDADE DAS IMAGENS

	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)
ÓTIMA (SEM FALHAS)	18	60
BOA	7	23,33
REGULAR	3	10
RUIM	2	6,66
TOTAL	30	100

Observando os dados presentes na Tabela 03 pode-se afirmar que a maioria dos modelos nasais obtidos pelo escaneamento tiveram ótima qualidade e nenhuma falha na imagem, mostrando-se ideais para gerar o arquivo de impressão da futura prótese.

A partir da Tabela 03 os dados foram organizados e distribuídos em forma gráfica para melhor análise e compreensão dos dados.

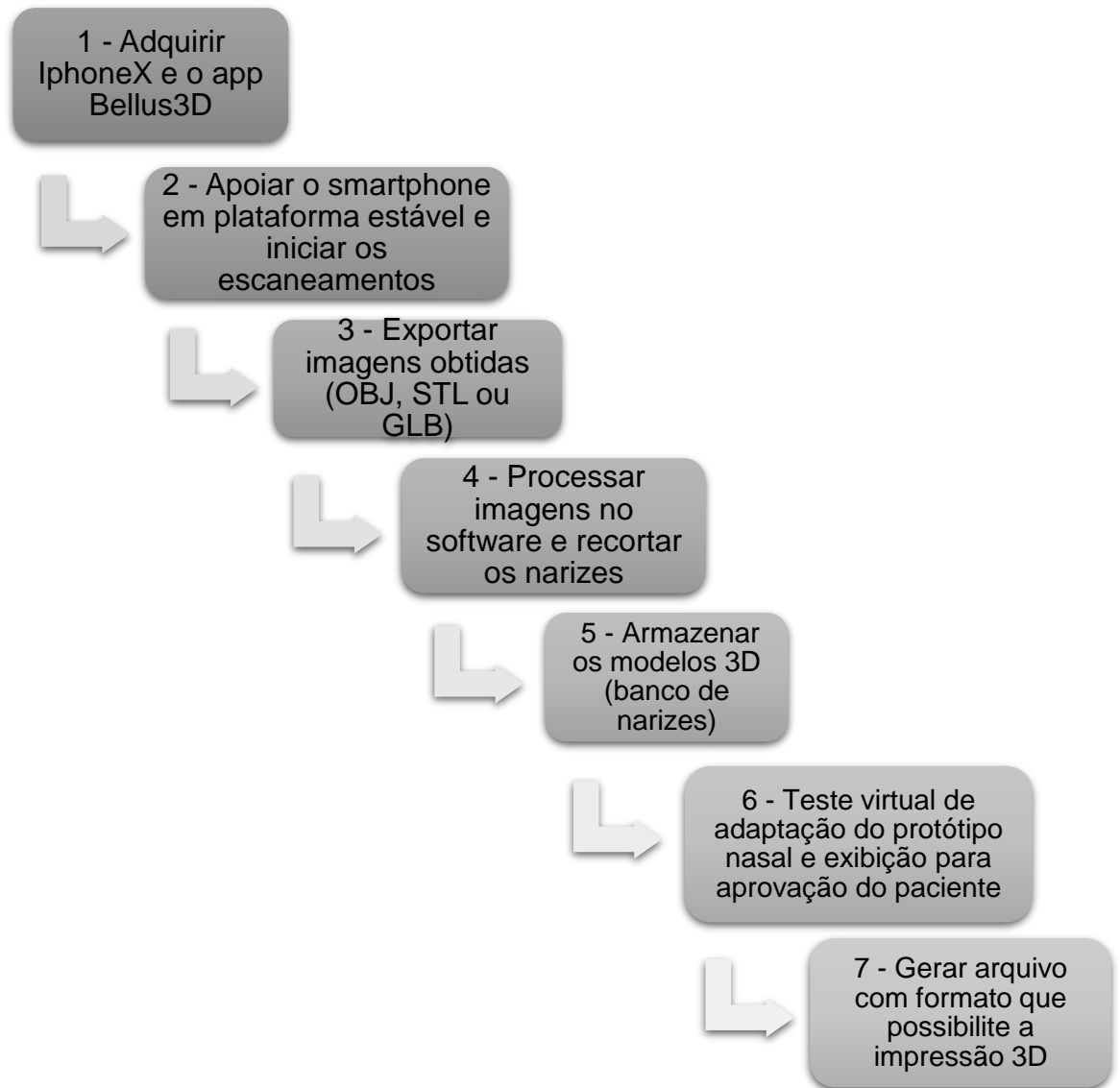
GRÁFICO 02: Gráfico de setores para a variável *qualidade das imagens* dos modelos nasais.



A partir dos dados acima observa-se que 60% das imagens coletadas obtiveram ótima qualidade, não apresentando qualquer tipo de falha e estando ideal para a impressão do modelo negativo 3D. Além disso, observou-se que 23,33% das imagens geradas apresentaram boa qualidade, com algum tipo de falha, porém não comprometendo a estrutura do modelo, sendo assim aceitável para a impressão. Já as imagens classificadas como regulares representaram 10% do total, estas apresentam algum tipo de distorção devido a expressões faciais realizadas durante o ato do escaneamento e com isso tornam-se inadequadas para impressão. E por último as imagens classificadas como ruins representaram 6,66% do total, apresentando falhas graves como distorção da asa do nariz e sobreposição, sendo assim inadequadas para impressão e descartadas do banco de narizes.

Por fim, foi obtida a sequência metodológica da técnica aplicada aos pacientes, conforme fluxograma a seguir.

FLUXOGRAMA 2: Protocolo aplicado ao paciente para aquisição de protótipo nasal digital.



FONTE: Elaborado pela autora, 2020.

5.1. COLETA DE DADOS E CRIAÇÃO DO BANCO DE NARIZES

Tomando como base os dados coletados na etapa anterior observou-se que com o uso do aplicativo *Bellus3D* foram obtidas as imagens em três dimensões das faces dos participantes. Após o escaneamento de cada participante foi feita revisão de imagem, verificando presença ou não de falhas, como desfoque e sombras.

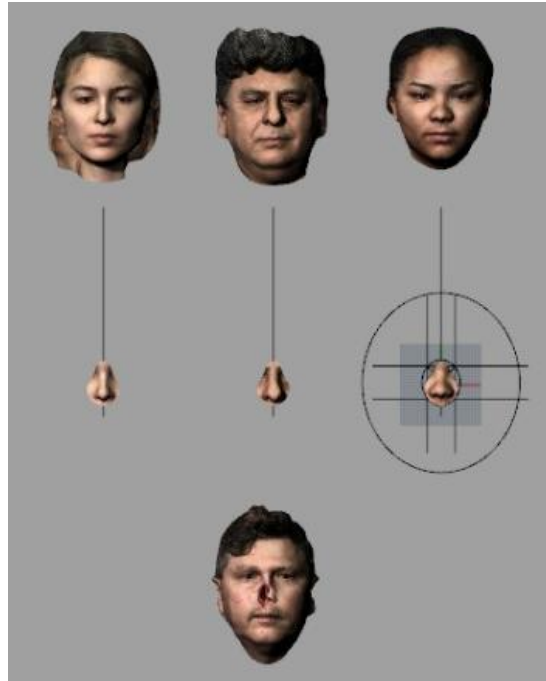
Em seguida foi realizada a exportação das imagens e os formatos gerados foram OBJ, STL e GLB, além de um mapa de textura dos rostos em jpeg. O processamento foi realizado utilizando as imagens em OBJ e os tamanhos variaram de 5,45Mb (nariz extraído) à 84,4Mb (banco de narizes). Após a exportação foram encontradas pequenas irregularidades próximas às orelhas e cabelo, mas estas não impediram a realização do processo.

Através do *OrtogonalBlender* foi possível extrair individualmente os narizes das faces voluntárias e reposicionar na face do paciente, dimensionando o modelo digital. Este modelo representou adequadamente a forma e proporções da face original.

FIGURA 41: Amostra do banco de narizes formado a partir dos modelos voluntários.



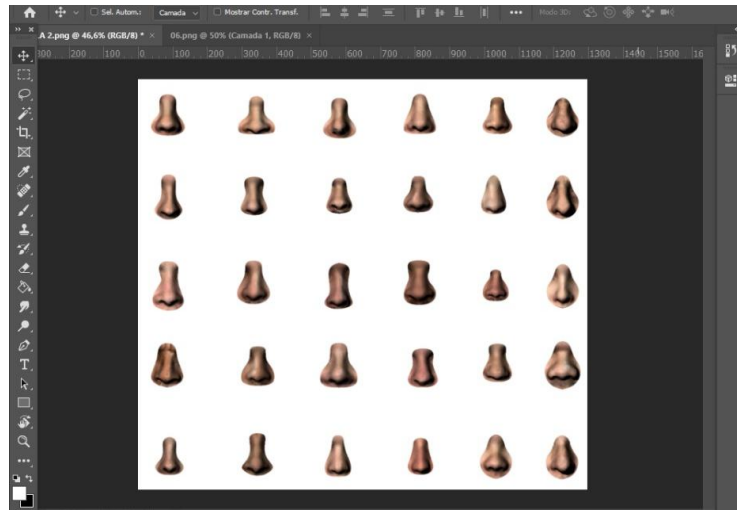
FIGURA 42: Modelos nasais selecionados no software para prova virtual na face do paciente.



Este banco trata-se de um repositório que armazena imagens diversas de narizes em 3D prontas para uso pelo software escolhido. Porém estas imagens não serão vendidas nem compartilhadas com outros servidores, sendo empregadas, à princípio, para uso e acesso apenas em plataforma interna.

Vale salientar que o ideal é expor seus modelos texturizados com cores, pois facilita a visualização e escolha do paciente. O software escolhido para o estudo foi operado pelo técnico em CAD e considerado de fácil manipulação, apresentando ferramentas suficientes para construção dos objetivos propostos.

FIGURA 43: Representação gráfica dos 30 modelos nasais coletados para compor o banco virtual.



5.2. CONDIÇÕES IDEAIS PARA O ESCANEAMENTO

Algumas considerações devem ser feitas com relação ao processo de escaneamento. Durante as capturas o ambiente deve estar devidamente iluminado e se possível com luz natural, condição essa que favorece a digitalização e modelagem 3D, reforçando o estudo de Lima (2018); a sequência de movimentos pré-determinada pelo aplicativo e a velocidade constante desta ação devem ser respeitadas; o posicionamento do sujeito e do tripé / operador deve ser estável e próximos um do outro; evitar expressões faciais durante o processo. Respeitando estes quesitos é possível adquirir imagens com qualidade suficiente para gerar os modelos digitais em 3D.

5.3. TOLERÂNCIA DE FALHAS NA IMAGEM GERADA

Ainda não se sabe ao certo qual a tolerância de variação aceitável na captura de fotos e como isso pode afetar a malha 3D. Existem muitos protocolos para avaliar o modelo, porém de forma subjetiva, onde o operador tem que visualizar se o modelo está no limite de ser utilizável ou abaixo. (GAMARRA et al., 2016)

A avaliação e classificação dos modelos nasais desta pesquisa foi realizada de forma subjetiva, baseada no protocolo de observação visual de Gamarra (2016). Erros e detalhes na textura que não abrangem a região do nariz são aceitáveis, pois não são áreas de interesse para o banco virtual. Falhas pequenas, que comprometem discretamente a textura da malha na área principal do estudo (nariz) são passíveis de correção gráfica e não interferem no processo. Falhas graves, como distorção, duplicação de imagem, sobreposição, não serão toleradas e o modelo será descartado.

5.4. A SELEÇÃO DO SMARTPHONE E O APLICATIVO

Os aparelhos Smartphones atuais contém câmeras de alta qualidade, processadores e rede rápidos, bem como recursos adicionais a um custo razoável para o consumidor em seu uso pessoal. Quando se pensa em seu uso como um equipamento clínico este custo chega a ser aproximadamente 5 vezes menor, quando comparado aos equipamentos de scanner utilizados na área da Saúde.

O iPhone X® foi o smartphone de eleição para este estudo devido à sua compatibilidade com o aplicativo mais fiel para escaneamentos. Após diversos testes com outros aplicativos e outros aparelhos, este se mostrou mais prático, além de gerar imagens com aparência mais real e detalhada, quando comparado aos outros app. Os outros aplicativos testados geravam falhas na imagem, como distorção, além de não corresponderem com fidelidade nos detalhes. Ainda houveram outros aplicativos que não realizavam o escaneamento de rosto, apenas de objetos, necessitando de uma malha de pontos impressa em papel para ser usada como fundo ou base.

O custo atual do iPhone X® gira em torno de 4 mil reais, sendo um aparelho relativamente caro, quando comparado a outros smartphones do mercado. Porém o seu uso justifica-se uma vez que sua aquisição para realizar escaneamentos é indiscutivelmente mais barata do que a aquisição de um

dispositivo exclusivo para escaneamento de face utilizado na área da Saúde, que pode chegar a ser até 10 vezes mais oneroso.

5.5. A TÉCNICA E SUA APLICAÇÃO

Esta técnica foi elaborada visando sua inserção tanto nos sistemas particulares de atendimento quanto no sistema público. A aplicação da técnica pode ser feita da mesma forma em ambos os sistemas de Saúde e com os mesmos equipamentos, desde que haja pessoal devidamente treinado para executar.

- Como aplicar a técnica em atendimentos particulares e no SUS

Esta técnica é dividida em etapas:

1) Escaneamento da face e exportação da imagem

Esta etapa pode ser realizada por qualquer pessoa em uma sala com luz, necessitando apenas de um treinamento simples para manuseio no dispositivo e aplicativo, bem como orientar o posicionamento do paciente durante o processo;

2) Escolha do nariz virtual

O mesmo operador que auxiliou no escaneamento irá acessar o Banco de Narizes e mostrar todas as opções de modelos nasais virtuais para escolha do paciente.

3) CAD e prototipagem

Após a exportação da imagem, a mesma será encaminhada via e-mail para o setor de edição, onde aquela face será avaliada e tratada em software específico. Em seguida é aplicado o nariz escolhido com os devidos ajustes na face do paciente. Esta etapa é inteiramente realizada por profissional qualificado (Designer, “Cadista”, programador, etc.) que entrega o protótipo virtual em alguns minutos, e se aprovado pelo paciente, está pronto para ser impresso.

4) Impressão do protótipo

O protótipo virtual gerado é salvo em arquivo STL e apresenta o modelo negativo da região nasal pronto para impressão 3D no material de escolha. Esta impressão pode ser feita em qualquer impressora 3D que suporte o tamanho da peça a ser impressa.

5) Etapa protética

O modelo negativo impresso é encaminhado para laboratório de prótese bucomaxilofacial que se responsabiliza pela confecção e caracterização do material, de modo que seja mais biocompatível e mais estético possível para a prótese do paciente.

5.6. JUSTIFICATIVA PARA INSERÇÃO DA TÉCNICA NO SUS

No contexto da Saúde este smartphone pode se inserir no SUS, trazendo grande avanço e melhorias nas reabilitações. Além de ser um dispositivo prático para o escaneamento, ele é multifuncional, permitindo também o uso de suas diversas funções para integrar o sistema, como por exemplo o acesso rápido a prontuários eletrônicos. Comparado a outros equipamentos utilizados em âmbito clínico ou hospitalar, este não apresenta uma função exclusiva para escaneamento, podendo assim se inserir em diversos contextos para uso nos serviços de Saúde e trazer este smartphone para o SUS é uma ideia positiva que trará grandes benefícios para os usuários.

Facilidade, conforto, agilidade e precisão são alguns benefícios que esta técnica traz para o paciente que busca o processo reabilitador. Quando comparada à técnica convencional de confecção de próteses nasais, esta se torna melhor ao dispensar o processo de moldagem, a escultura artesanal, menos chances de erros na adaptação e estética final da peça devido a precisão da modelagem em 3D e, por fim, permite ao paciente obter um novo modelo de nariz (diferente do que já possuía antes da mutilação).

O protocolo poderá ser aplicado por qualquer pessoa (previamente treinada) aos pacientes, pois o dispositivo e o aplicativo são de interface simples, fáceis de manusear, seguindo a sequência metodológica descrita para o processo. O CAD será a única etapa que necessita de conhecimento especializado para trabalhar com as ferramentas computacionais envolvidas.

A etapa da prototipagem é rapidamente realizada e logo em seguida é obtido o modelo virtual exibindo a face do paciente com seu novo nariz, possibilitando a impressão do negativo com o arquivo STL gerado.

5.7. VANTAGENS DO APLICATIVO E DA TÉCNICA

Uma vantagem do aplicativo utilizado é que o mesmo foi desenvolvido exclusivamente para captura de rostos e não de objetos, direcionando a área de atuação, com isso ele facilita o método de obtenção das imagens, bem como aprimora a qualidade das mesmas. Os arquivos OBJ utilizados mostraram réplicas muito aceitáveis da anatomia do paciente, atendendo às necessidades que se pretendia com o estudo.

O tempo para realizar a varredura completa do rosto do paciente girou em torno de 15 segundos. Somado a este mais alguns segundos para a imagem ser automaticamente processada pelo aplicativo, exportada e por fim o tempo de processamento das malhas no software que foi de aproximadamente 30 minutos. Com isso observou-se a agilidade do processo, quando comparado ao método convencional de reabilitações com PBMF.

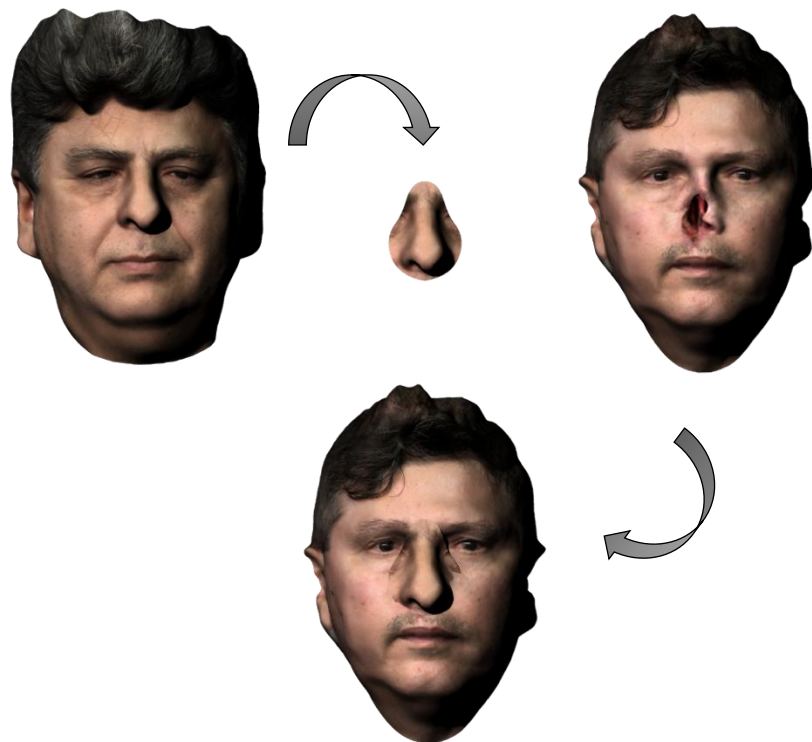
Observa-se, de modo geral, que utilizando o software *OrtogOnBlender*, obtiveram-se resultados dimensionais praticamente fiéis ao rosto original, reafirmando os resultados obtidos por Lima (2018), que também observou boa precisão com a utilização deste software.

A fotogrametria de curta distância é uma opção interessante para uma digitalização 3D precisa, de baixo custo, que não depende de equipamentos de acesso restrito para sua execução. Sua aplicabilidade é flexível, tanto em

campo como em laboratório, e pode gerar bons resultados. (BATISTELA et al., 2017)

Este método testado fornece um avanço muito útil no desenvolvimento de próteses bucomaxilofaciais. O teste de adaptação e estético feito de forma virtual, encurta fases em relação ao processo tradicional, permitindo visualização do trabalho protético final antes mesmo de ser executado (FIGURA 43).

FIGURA 44: Nariz extraído e selecionado para adaptação virtual na face do paciente.



Assim softwares e *addon's*, como o *OrtogOnBlender*, associados ao uso de smartphones podem viabilizar o acesso ao tratamento de pacientes mutilados e possibilitar que centros clínicos, que ainda não têm tecnologia de ponta, passem a oferecer uma alternativa de qualidade e a baixo custo.

No estudo de Martins (2014) a técnica para obtenção de prótese nasal foi realizada de modo artesanal e subjetivo, baseada em fotos antigas do paciente. Com isso, relatou-se dificuldades no processo diante da

complexidade anatômica do nariz, conduzindo a um resultado estético desfavorável para a reconstrução protética.

Dificuldades em relação à escultura da peça protética também foram relatadas no estudo de Patrocínio (2013), que também utilizou fotografias fornecidas pelo paciente para guiar a escultura da peça protética.

Kawabata (2016) relatou em seu estudo que próteses faciais adquiridas pelo método de escultura manual apresentam caráter subjetivo e exigem conhecimentos de antropometria, biotipologia e cartografia da face para obtenção de resultados satisfatórios.

Também foi relatado nos estudos de Kawabata (2016) as dificuldades em se trabalhar imagens com as ferramentas dos softwares de design, mesmo com auxílio de profissionais treinados, apontando como uma desvantagem do método CAD/CAM.

Os resultados demonstraram que o protocolo gerado neste estudo permite obtenção de imagens nasais 3D com qualidade satisfatória, de modo fácil, rápido e a baixo custo com uso de smartphone como scanner. Quando comparados a outros estudos da literatura, este se mostra diferenciado ao vencer as dificuldades quanto ao uso de modelo de trabalho em gesso e dispensa escultura manual, uma vez que utiliza modelos 3D prontos de um banco virtual de narizes; e utiliza software com ferramentas de fácil manuseio para adaptação virtual do modelo nasal no paciente, antes da confecção da prótese.

Conforme o estudo de Palousek (2014), um grande benefício da metodologia proposta é o ajuste virtual de uma prótese nasal antes do processo de fabricação. Com isso, profissional e paciente podem avaliar a forma, tamanho e alinhamento de uma prótese nasal em um rosto virtualmente na visualização 3D.

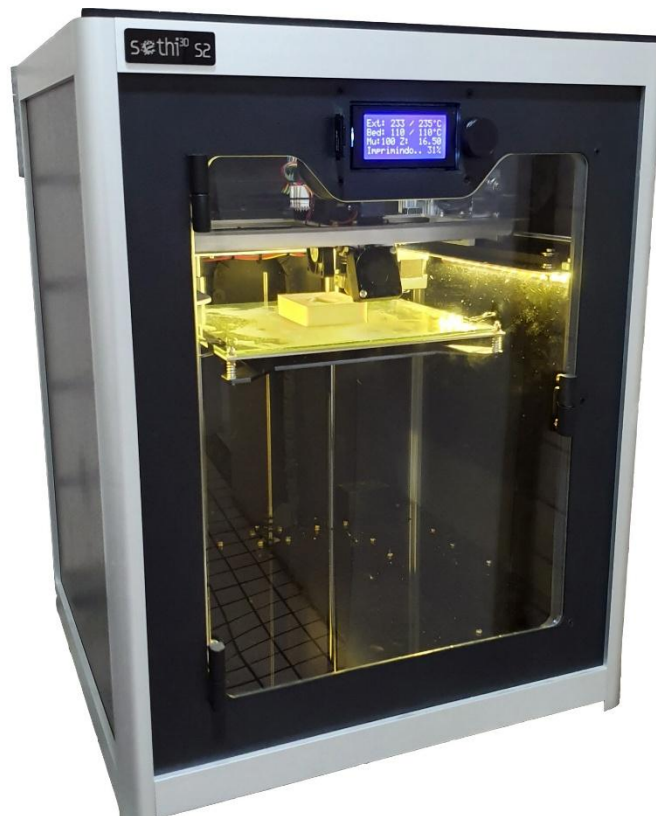
5.8. IMPRESSÃO 3D

Para observação de detalhes relativos ao processo de impressão da cópia negativa dos narizes foram listadas características referentes às máquinas utilizadas, ao material e aos modelos impressos.

5.8.1. A impressora e o material

A impressora 3D utilizada foi desenvolvida pela *Sethi3D*, versão S2, ano de fabricação 2018. Ela apresenta gabinete fechado, com estrutura de alumínio para garantir melhor estabilidade durante o funcionamento. A área de impressão é de 20cm x 20cm x 20cm, totalizando 8 litros de capacidade.

FIGURA 45: Impressora utilizada para confecção do molde nasal.



Esta impressora utiliza o processo FDM para impressão, trabalhando com filamento de 1.75mm, *hotend* em aço inoxidável e bico extrusor com saída de 0.4mm. A resolução de impressão chega a variar de 50 a 300 microns e a velocidade de impressão vai até 150mm/s.

A estrutura do equipamento é estável e confiável, pois foi fabricada toda em alumínio, e existem dois métodos de comunicação com a máquina: por cartão SD ou cabo de modo *off-line*, ou diretamente pelo computador via wifi (*on-line*).

Após análise das principais características dos materiais de impressão, dentre eles PLA (ácido polilático), ABS (Acrilonitrila butadieno estireno), TPU (poliuretano termoplástico), PETG (Polietileno tereftalato de Etileno Glicol) e Resina, foram selecionados para teste a resina e o ABS (devido às suas vantagens compatíveis com as necessidades da pesquisa).

O ABS tem origem do petróleo, e apresenta alto ponto de fusão, logo quando resfriado rapidamente enquanto imprime, sofre contração ou *warping*, necessitando assim de uma mesa aquecida na impressora.

Este material apresenta boa resistência mecânica e térmica, sendo bastante utilizado em protótipos. Apresenta como vantagens a resistência mecânica, custo baixo, fácil acabamento e pintura. Como desvantagens cabe citar as camadas visíveis pós impressão, aparência fosca, degradação do material por excesso de exposição a luz e é propenso à influência da umidade do ar. O nível de detalhe varia de baixo a médio e a tecnologia de impressão utilizada é a FDM. (3DFILA et al., 2020)

Além deste existe também o PLA, trata-se de um polímero termoplástico derivado de fontes naturais como o milho e a cana de açúcar, por isso também é chamado de bioplástico e possui o diferencial de ser renovável. Este apresenta baixa temperatura de fusão, o que também ajuda na baixa contração do material durante o resfriamento. Na prática isso significa que ao usar peças impressas com PLA para operações mecânicas ou que sejam armazenadas em locais de alta temperatura, poderá resultar em peças quebradas, derretidas ou empenadas. O material também é mais fraco do que o ABS, mas é capaz de conseguir maior resolução durante a impressão. A densidade do PLA é em torno de 20% maior do que a do ABS, logo as peças mais leves são as impressas em ABS. Também é um material utilizado em impressão com tecnologia FDM. (3DFILA et al., 2020)

Como vantagens apresenta acabamento brilhoso da peça, bom custo benefício e trata-se de um material atóxico. As desvantagens são as camadas visíveis pós impressão, propensão à influência da humidade no ar, nível de detalhe de baixo a médio.

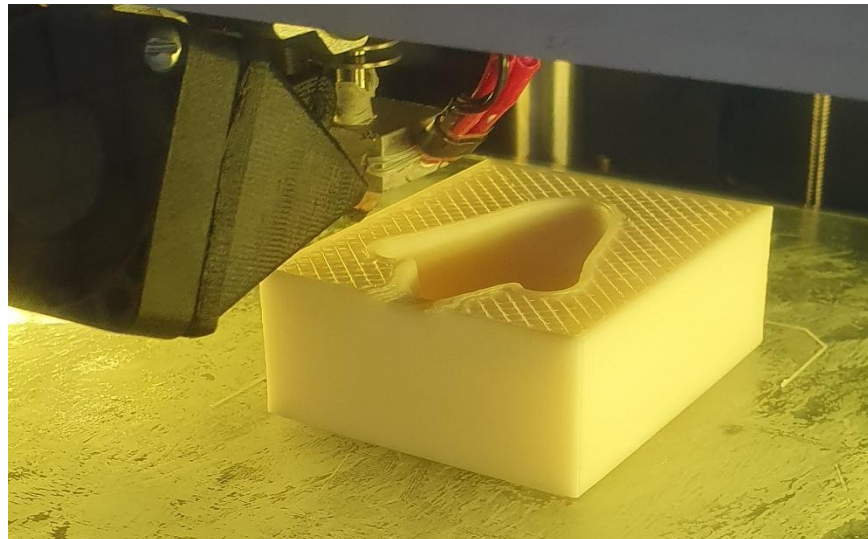
Já a resina é um material que apresenta alto nível de detalhamento na impressão 3D, bem como um acabamento suave. Possibilita construção de

peças com alto nível de complexidade, velocidade na impressão e aparência semi translúcida. A tecnologia de impressão utilizada é a SLA.

Suas principais vantagens, além do alto nível de detalhamento, são a velocidade de impressão, leveza da peça, qualidade no acabamento, liberdade de criação e biocompatibilidade (favorecendo aplicações na área médica e odontológica). Suas desvantagens são a pouca resistência, custo médio a alto, e trata-se de um material muito perecível antes de impresso. (ABREU et al., 2015)

De uma forma geral, o ABS é a melhor escolha quando se necessita de uma integridade estrutural maior, apresentando boa resistência mecânica, e para melhorar sua precisão deve-se utilizar impressora com mesa aquecida para evitar encolhimento da peça. Já a resina é a melhor opção quando se exige um nível de precisão alto na peça impressa. Baseado nestes fatores o ABS foi o material eleito da pesquisa por apresentar boa resistência, nível de caracterização aceitável e ótimo custo benefício.

FIGURA 46: Modelo 3D de molde nasal sendo impresso por filamentos de ABS.



5.8.2. Características do modelo impresso

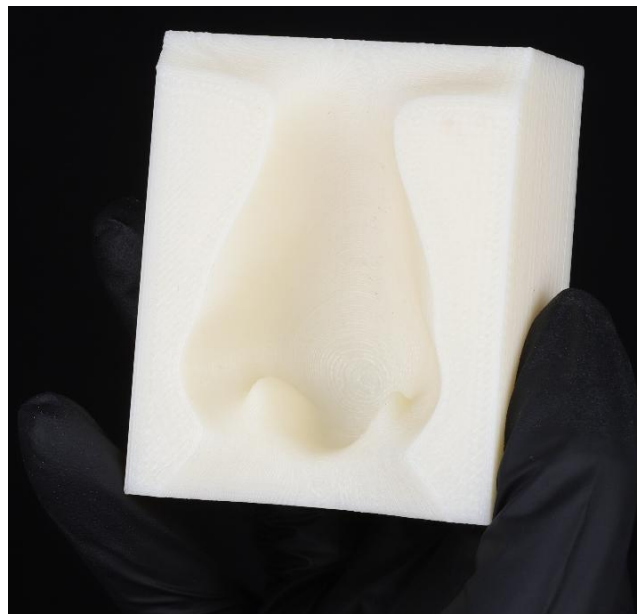
Os modelos foram impressos em ABS pelo fato de apresentarem melhor custo benefício e qualidade de impressão aceitável. Estes apresentaram peculiaridades na estrutura, conforme a tabela a seguir.

Tabela 04: Principais parâmetros observados no material utilizado.

DESCRIÇÃO	ABS
Tecnologia de impressão	FDM
Temperatura de impressão	235°C
Velocidade de impressão	150 mm/s
Tempo de impressão	2h48min
Resistência	Alta
Detalhamento	Baixo / médio
Custo	Baixo

A velocidade da impressão e o tempo foram considerados bons quando comparados a outros métodos, e o valor da impressão girou em torno de R\$ 8,50, apresentando ótimo custo benefício para a técnica proposta.

O modelo gerado pela impressora apresentou aspecto compatível ao original, podendo ser utilizado como molde nasal para aplicação de silicone apropriado e confecção de uma futura prótese.

FIGURA 47: Molde nasal impresso em ABS.

No estudo de Kawabata (2016) a impressão 3D mostrou-se bastante eficiente, fornecendo protótipo com boas características de textura e resistência, com reprodução detalhada de linhas de expressão, concordando com o obtido neste estudo.

De uma forma geral a impressão em ABS mostrou-se fiel ao modelo virtual, porém seu nível de detalhamento fica discretamente prejudicado devido às linhas visíveis das camadas impressas. Este fato pode ser corrigido com acabamento e polimento.

FIGURA 48: Molde nasal impresso em ABS e modelo teste em silicone gerado a partir dele.



Com o modelo nasal obtido a partir da cópia negativa impressa, pode-se perceber que é possível confeccionar uma futura prótese a partir deste protótipo e ainda com boas características, sendo fiéis ao modelo virtual original. Fica necessário ao final do processo realizar acabamento, polimento e caracterização (pintura) da peça final. Desta forma consegue-se restabelecer o nariz de um paciente mutilado de forma rápida, eficiente e econômica.

6. CONCLUSÕES

A partir do uso de smartphones foi possível realizar a técnica de escaneamento facial com baixo custo, acessível para os envolvidos.

Foi criado um banco de narizes, com imagens em 3D, que oferece diversos modelos prontos para uso, permitindo agilizar o processo de reabilitação.

Através do software *OrtogOnBlender*, profissional e paciente conseguem pré-visualizar e escolher virtualmente o modelo nasal para sua reabilitação protética.

REFERÊNCIAS

3DFILA. 3D Fila, 2020. Impressão em PETG XT com guia de impressão exclusivo 3D. Disponível em: <https://3dfila.com.br/impressao-com-petg-xt-facil-com-guia-de-impressao-exclusivo-3d-fila/>. Acesso em 02/02/2020.

ABREU, S. A. C. Impressão 3D baixo custo versus impressão em equipamentos de elevado custo. Dissertação. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto. 2015.

AHRENS, C. H.; VELLWOCK, A. E.; PFEIFER, D. C.; PISTORELLO, R. Engenharia reversa por meio de fotogrametria: estudo comparativo da técnica de digitalização tridimensional visando aplicação na manufatura aditiva. **Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas**. Itatiaia, Rio de Janeiro, 2013.

ASSIS, G. M.; SILVA, S. R. P.; MORAES, P. H.; AMARAL, J. I. Q.; SILVAI, J. S. P.; GERMANO, A. R. Stereolithographic modeling technology applied in mandibular reconstruction: a case report. **Rev. Cir. Traumatol. Buco-Maxilo-Fac.**, Camaragibe v.10, n.3, p. 13-18, jul./set. 2010.

BATISTELA, G. C.; MORAES, C. A. C.; MIAMOTO, P. Comparação entre cinco sistemas de digitalização 3D por fotogrametria aplicados à antropologia forense e odontologia legal. **Rev Bras Odontol Leg RBOL**. v.4, n.3, p.24-33, 2017.

BELLUS3D. Bellus 3D, c2019. Página inicial. Disponível em: <<https://www.bellus3d.com/faceapp/faq> >. Acesso em: 06 de set. de 2019.

BHAT, S. Prótese ocular: a Arte encontra a Ciência. **Rev. Clín. Pesq. Odontol.**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 287-292, set./dez. 2010.

BIBB, R.; WINDER, J. A review of the issues surrounding three-dimensional computed tomography for medical modelling using rapid prototyping techniques. **Radiography**, London, v. 16, n. 1, p.78-83, 2010.

BOTELHO, N. L. P.; VOLPINI, M.; MOURA, E. M. Aspectos psicológicos em usuários de prótese ocular. **Arq Bras Oftalmol**. v. 66, p.637-46, 2003.

CAMPANER, M. Reabilitação protética de paciente maxilectomizado. Dissertação. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, Paraná. 2014.

CARVALHO, E. M. Prototipagem na odontologia: obtenção e uso. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TÉCNICOS EM PRÓTESE DENTÁRIA. 10., 2007, São Paulo. **Anais**.... p.1-12. São Paulo, 2007.

CHEN, C.; REN, W.; GAO, L.; CHENG, Z.; ZHANG, L.; LI, S., et al. Function of obturator prosthesis after maxillectomy and prosthetic obturator rehabilitation. *Braz J Otorhinolaryngol.* V. 82, p. 177-83, 2016.

CHENG, C., RENA, W.; GAOB, L.; CHENGC, Z.; ZHANGA, L.; LIA, S.; ZHI, P. K. Function of obturator prosthesis after maxillectomy and prosthetic obturator rehabilitation. **Braz J Otorhinolaryngol.** V.82, n.2, p.177-183, 2016.

CHILVARQUER I; CHILVARQUER L W; HAYEK J E; PINTO AVSA. Estereolitografia na implantodontia avançada: conceitos, indicações e usos. **Implantnews.** v.1, n.1, jan/fev 2004.

COBEIN, M. V. Evolução nos sistemas de retenção, fixação e ancoragem extraoral na reabilitação bucomaxilofacial: revisão sistemática. 2014. p.1-90. Dissertação. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2014.

COUTINHO K. D.; GUERRA P. V. A.; PAPALEO A. B. S.; VIEIRA JR. J. P.; GUERRA NETO C. L. B.; WANDERLEY C. D. V.; MORAIS M. L. S. A. Uso da prototipagem rápida na fabricação de próteses bucomaxilofaciais – caso clínico. **Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde**, 2014.

DEPOSITPHOTOS INC., 2020. Fotos e imagens de banco de imagens sobre Plástica de nariz. Disponível em: <https://br.depositphotos.com/stock-photos/plastica-nariz.html> Acesso em: 17/02/2020.

DERONCELÉ, M. C.; GARCÍA, S. C. Prosthetics rehabilitation of a patient with nasal defect. **MEDISAN.** V.21, n.5, p.586, 2017.

DEZEN-KEMPTER, E.; SOIBELMAN, L.; CHEN, M.; MÜLLER, A.V. Escaneamento 3D a laser, fotogrametria e modelagem da informação da construção para gestão e operação de edificações históricas. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 113-124, jul./dez. 2015.

DIAS, R. B.; REIS, R. C.; SANTOS, R. L. O.; COTO, N. P. Utilização de novas tecnologias empregadas na reabilitação protética bucomaxilofacial: relato de caso. **REV ASSOC PAUL CIR DENT.** v.69, n.3, p.308-11, 2015.

DONG, Y.; ZHAO, Y.; BAI, S.; WU, G.; WANG, B. Three dimensional anthropometric analysis of the chinese nose. **J Oral Maxillofac Surg.** v.63, p.1832-9, 2010.

DUTRA, D.M. 2017 Aplicabilidade da prototipagem rápida na Odontologia – uma revisão de literatura. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas.* 90 Rev. Ciênc. Méd. Biol., Salvador, v. 16, n. 1, p. 89-95, jan./abr. 2017.

FOGAÇA, J. R. V. "Raios infravermelhos"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/raios-infravermelhos.htm>. Acesso em 30 de dezembro de 2019.

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.

GOULART, D. R.; QUEIROZ, E.; FERNANDES, A. U. R.; OLIVEIRA, L. M. Psychosocial aspects in the rehabilitation of patients with anophthalmic socket: implications of the use of ocular prosthesis. **Arq Bras Oftalmol**. V.74, n.5, p.330-4, 2011.

GOUVEIA, M. F. Aplicação da prototipagem rápida no planejamento de cirurgias craniofaciais. Tese. Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP. Campinas, São Paulo. 2009.

HACKNEY, P.; CHRISTOPHER, A. Rapid manufacturing – state of the art, analysis and future perspectives. In: **ICAM 2011**: International Conference on Advanced Manufacturing. Malásia, May 2011.

HUBER, H.; STUDER, S.P. Materials and techniques in maxillofacial prosthodontic rehabilitation. **Oral Maxillofac Surg Clin North Am**. V. 4; p.73-93; 2002.

KAWABATA, S. C. Avaliação da percepção estética de prótese óculo-palpebral confeccionada pelo método convencional e pelo sistema CAD/CAM. 2016. 80f. Tese de doutorado – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

KLEIN, L.; LI, N.; BECERIK-GERBER, B. Imaged-based verification of as-built documentation of operational buildings. *Automation in Construction*, v. 21, p. 161-171, jan. 2012.

KONDRAT, E. Scanner 3D: Aquisição de pontos 3D por raio Laser. Dissertação. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

LIMA, G. S.; BARBOSA, M. D.; ROSA, E. L. S.; MORAES, C. A. C.; SOUZA, G. A.; FREITAS, P. H. L. Estudo comparativo da obtenção de fotos para a fotogrametria no planejamento de cirurgias ortognáticas. 11º Encontro Norte e Nordeste de Cirurgia e Traumatologia bucomaxilofacial. Universidade Federal de Sergipe, 2018.

LOPES DA SILVA, J. V.; MEURER, E.; SANTA BÁRBARA, A.; OLIVEIRA, M. G. MEURER, M. I.; HEITZ, C. As Tecnologias CAD-PR (Prototipagem Rápida) na Reconstrução de Traumas da Face. Conference paper. 2014.

MARTINS, A. P. V. B.; BARBOSA, C. M. R. Association Of Techniques For Prosthetic Reconstruction Of Nasal Deformity. **Rev Odontol Bras Central**. v. 23, n.65, 2014.

MENA-CHALCO, J. P. Reconstrução de faces 3D através de espaços de componentes principais. Tese. Faculdade de São Paulo. São Paulo, 2010.

MENDES, B. F. C. T. Desenvolvimento de Metodologia Digital para Projeto e Fabrico de Próteses Extraorais. Dissertação. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2014.

MORAWSKI, R.; PIGOZZI, L. B.; FABRO, K.; TONIETTO, L.; SILVEIRA, V. S.; CALCAGNOTTO, T. Utilização de prototipagens em cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial: relato de casos. **RFO**, Passo Fundo, v. 21, n. 3, p. 420-426, set./dez. 2016.

NÉMETH, I. 3D Design Support for Rapid Virtual Prototyping of Manufacturing Systems. *Procedia CIRP* 7; **Elsevier**, p. 431-436; 2013.

PALOUSEK, D.; Rosicky, J.; Koutny, D. Use of digital technologies for nasal prosthesis manufacturing. **Prosthetics and Orthotics International**. v. 38, n. 2, p.171–175, 2014.

PATROCÍNIO, M. C.; AZEVEDO, R. B. Características da prótese nasal: Relato de caso clínico. **ClipeOdonto**. V.5, n.1, p.35-41, 2013.

PEKKAN, G., S.H. TUNA E F. OGHAN. Extraoral Prosthesis using extraoral implants. **International Journal of Oral Maxillofacial Surgery**. n.40, p.378-383, 2011.

REIS, R. C.; DIAS, R. B. Uso de íris digitalizada na confecção de prótese ocular. **RFO**, Passo Fundo, v. 18, n. 1, p. 94-100, jan./abr. 2013.

RUBENSTEIN, J. E. Attachments used for implant-supported facial prosthesis: a survey of United States, Canadian and Swedish centers. *J Prosthet Dent*. V. 73, n. 3, p. 262-6, mar, 1995.

SALAZAR-GAMARRA, R.; SEELAUS, R.; SILVA, J. V. L.; SILVA, A. M.; DIB, L. L. Monoscopic photogrammetry to obtain 3D models by a mobile device: a method for

making facial prostheses. **Journal of Otolaryngology - Head & Neck Surgery**. 2016.

SANTANA, L. et al. Avaliação da composição química e das características térmicas de filamentos de PLA para impressoras 3D de código aberto. CONEM, Fortaleza – CE, 2016.

SILVA, F.; ROSADO, V.O.G. Biomodelagem Virtual para Diagnóstico e Planejamento Cirúrgico Usando *Softwares* Livres. **Informática na Educação: teoria e prática**. Porto Alegre, v. 17, n. 1, jan./jun. 2014.

SIMON, I. G.; BRUNEL, L. C. A reintegração psicossocial do paciente portador de prótese bucomaxilofacial. 2019. 16f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2019.

UZUN, A.; OZDEMIR, F. Morphometric analysis of nasal shapes and angles in young adults. **Braz J Otorhinolaryngol**. v.80, p.397-402, 2014.

VEXENAT, A. L. O. R. Perfil e análise da qualidade de vida dos pacientes portadores de próteses maxilofaciais. Tese. Departamento de Odontologia da Faculdade de Ciências da Saúde. Universidade de Brasília. Brasília, Distrito Federal. 2014.

VIEIRA, L. M. Prótese óculopalpebral com captação de movimento palpebral: proposta de dispositivo mecânico. Dissertação. Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016.

VOLPATO, L. E. R.; VOLPATO, M. C. P. F.; SILVA, L. A. C.; CASTRO, P. H. S.; BORGES, A. H. Prótese nasal óculo-suportada. **Revista Cubana de Estomatol**. V. 53, n.3, p.146-152, 2016.

VOLPATO, N. Prototipagem Rápida Tecnologias e Aplicações. São Paulo, Edgard Blücher, p. 244, 2007.

VOLPATO, N.; AHRENS, C. H.; FERREIRA, C. V.; PETRUSCH; G.; CARVALHO, J.; SANTOS, J. R. L.; SILVA, J. V. L. Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações. Edgard Blücher, São Paulo, p. 244, 2007.

WOHLERS, T. Wohlers Report 2008 – State of the Industry – Annual Worldwide Progress Report. Colorado, USA, Wohlers Associates, Inc, 2008.

WONG, M. S. et al. A work study of the CAD/CAM method and conventional manual method in the fabrication of spinal orthoses for patients with adolescent idiopathic scoliosis. **Prosthet. Orthot. Int.**, Hellerup, v. 29, n. 1, p. 93-104, 2005.

ANEXO 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado,

O senhor (a) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada: PROTOCOLO PARA RECONSTRUÇÃO NASAL ATRAVÉS DE ESCANEAMENTO EM 3D COM SMARTPHONE UTILIZANDO BANCO VIRTUAL DE NARIZES PARA AUXILIAR REABILITAÇÃO PROTÉTICA DE PACIENTES MUTILADOS, sob a responsabilidade de: **Bianca Nóbrega Lustosa Cabral** e do orientador **Rafael Grotta Grempe**, de forma totalmente voluntária.

Antes de decidir sobre sua permissão para a participação na pesquisa, é importante que entenda a finalidade da mesma e como ela se realizará. Portanto, leia atentamente as informações que seguem.

O presente estudo tem como objetivo a elaboração de uma metodologia para reabilitar pacientes mutilados através de escaneamento facial, criando um banco virtual de narizes que permite a pré-visualização de modelos nasais em três dimensões.

A partir daí é possível um planejamento protético com menos chances de erros, aumentando a satisfação com o resultado e proporcionando para os pacientes uma alternativa mais rápida, prática e confortável no processo reabilitador. Sua participação nesta pesquisa consistirá em ceder a face para realização de tomadas fotográficas e escaneamento através de aplicativo com smartphone, feitas pela pesquisadora com auxílio do orientador e um cirurgião dentista especialista em Prótese Bucomaxilofacial.

A sua participação neste projeto deverá ter a duração de aproximadamente 10 minutos para realização do escaneamento da face, bem como os registros fotográficos, realizados em uma única sessão. A execução da pesquisa não traz riscos, sendo um procedimento indolor e não invasivo, exclusivamente realizado por câmeras com finalidade de registros da face, bem como da região nasal.

Ao participar desse trabalho estará contribuindo para o desenvolvimento de um processo de escaneamento moderno, prático, confortável e de baixo custo, e de um banco virtual de narizes, que visa agilizar a confecção e melhorar a precisão de

próteses nasais, bem como trazer mais conforto e qualidade de vida ao paciente mutilado.

Não haverá qualquer despesa ou ônus financeiro aos participantes voluntários deste projeto científico e não haverá qualquer procedimento que possa incorrer em danos físicos ou financeiros ao voluntário e, portanto, não haverá necessidade de indenização por parte da equipe científica e/ou da Instituição responsável.

Ao pesquisador caberá o desenvolvimento da pesquisa de forma confidencial; entretanto, quando necessário for, **poderá revelar os resultados das imagens com o cirurgião dentista e o profissional que auxilia no CAD e edição do Banco de Narizes**, cumprindo as exigências da Resolução Nº. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde.

O voluntário poderá recusar-se a participar, ou retirar seu consentimento a qualquer fase da realização da pesquisa ora proposta, não havendo qualquer penalização ou prejuízo.

O participante terá assistência e acompanhamento durante o desenvolvimento da pesquisa de acordo com Resolução Nº. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde.

Os dados individuais serão mantidos sob sigilo absoluto e será garantida a privacidade dos participantes, antes, durante e após a finalização do estudo. Será garantido que o participante da pesquisa receberá uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os resultados da pesquisa poderão ser apresentados em congressos e publicações científicas, sem qualquer meio de identificação dos participantes, no sentido de contribuir para ampliar o nível de conhecimento a respeito das condições estudadas. (Res. 466/2012, IV. 3. g. e. h.)

Em caso de dúvidas, você poderá obter maiores informações entrando em contato com Bianca Nóbrega Lustosa Cabral, através do telefone (83)99921-6827 ou através dos e-mails: bianca_nlc@hotmail.com ou rafaelgrotta@gmail.com ou endereço: av. Eptácio Pessoa, 475, bairro dos Estados. Caso suas dúvidas não sejam resolvidas pelos pesquisadores ou seus direitos sejam negados, favor recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa, localizado no 2º andar, Prédio Administrativo da Reitoria da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande

– PB, Telefone 3315 3373, e-mail: cep@uepb.edu.br e da CONEP (quando pertinente).

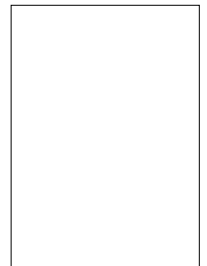
CONSENTIMENTO

Após ter sido informado sobre a finalidade da pesquisa PROTOCOLO PARA RECONSTRUÇÃO NASAL ATRAVÉS DE ESCANEAMENTO EM 3D COM SMARTPHONE UTILIZANDO BANCO VIRTUAL DE NARIZES PARA AUXILIAR REABILITAÇÃO PROTÉTICA DE PACIENTES MUTILADOS e ter lido os esclarecimentos prestados no presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, eu _____ autorizo a participação no estudo, como também dou permissão para que os dados obtidos sejam utilizados para os fins estabelecidos, preservando a nossa identidade. Desta forma, assino este termo, juntamente com o pesquisador, em duas vias de igual teor, ficando uma via sob meu poder e outra em poder do pesquisador.

João Pessoa, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador



ANEXO 2**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGENS (FOTOS E VÍDEOS)**

Eu, _____, AUTORIZO a pesquisadora responsável Bianca Nóbrega Lustosa Cabral, coordenador(a) da pesquisa intitulada: PROTOCOLO PARA RECONSTRUÇÃO NASAL ATRAVÉS DE ESCANEAMENTO EM 3D COM SMARTPHONE UTILIZANDO BANCO VIRTUAL DE NARIZES PARA AUXILIAR REABILITAÇÃO PROTÉTICA DE PACIENTES MUTILADOS a fixar, armazenar e exibir a minha imagem por meio de fotos e imagens em 3D com o fim específico de inseri-la nas informações que serão geradas na pesquisa, aqui citada, e em outras publicações dela decorrentes, quais sejam: revistas científicas, jornais, congressos, entre outros eventos dessa natureza.

A presente autorização abrange, exclusivamente, o uso de minha imagem para os fins aqui estabelecidos e deverá sempre preservar o meu anonimato. Qualquer outra forma de utilização e/ou reprodução deverá ser por mim autorizada, em observância ao Art. 5º, X e XXVIII, alínea “a” da Constituição Federal de 1988.

A pesquisadora responsável Bianca Nóbrega Lustosa Cabral, assegurou-me que os dados serão armazenados em meio digital, sob sua responsabilidade, por 5 anos, e após esse período, serão destruídas.

Assegurou-me, também, que serei livre para interromper minha participação na pesquisa a qualquer momento e/ou solicitar a posse de minhas imagens.

Ademais, tais compromissos estão em conformidade com as diretrizes previstas na Resolução Nº. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde/Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, que dispõe sobre Ética em Pesquisa que envolve Seres Humanos.

João Pessoa, _____/_____/_____.

Assinatura do participante da pesquisa

Assinatura e carimbo do pesquisador responsável

ANEXO 3**TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL (TAI)**

Estamos cientes da intenção e autorizamos a realização do projeto intitulado PROTOCOLO PARA RECONSTRUÇÃO NASAL ATRAVÉS DE ESCANEAMENTO EM 3D COM SMARTPHONE UTILIZANDO BANCO VIRTUAL DE NARIZES PARA AUXILIAR REABILITAÇÃO PROTÉTICA DE PACIENTES MUTILADOS desenvolvido pela aluna Bianca Nóbrega Lustosa Cabral do Curso de mestrado em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba, sob a orientação do professor Rafael Grotta Gempel.

João Pessoa, _____/_____/_____.

Assinatura e carimbo do responsável institucional

Clínica de Odontologia CENPRO
CENTRO PARAIBANO DE REABILITAÇÃO ORAL
CNPJ: 00.827.235/0001-51
Avenida Epitácio Pessoa, 475, bairro dos Estados - Empresarial Royal Trade Center
sala 402 - João Pessoa / PB CEP: 58030-906. Fone: (83) 3244-1902.