

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Escola de Belas Artes/ Departamento de Desenho Industrial

Curso de desenho industrial - Projeto de Produto

Alana Aparecida de Almeida Santos

Imo: Retinógrafo portátil



Rio de Janeiro

2018

Alana Aparecida de Almeida Santos

Imo: Retinógrafo portátil

projeto de graduação em desenho industrial apresentado à Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Desenho Industrial.

Orientador: Anael Silva Alves

Coorientador: Marcelo Werneck

Rio de Janeiro

2018

Alana Aparecida de Almeida Santos

Anael Silva Alves

Marcelo Werneck

Imo: Retinógrafo portátil

Projeto submetido ao corpo docente do Departamento de Desenho Industrial da Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Desenho Industrial/Habilitação em Projeto de Produto.

Aprovado Em: _____

Prof. Anael Silva Alves

Prof. Marcelo Werneck

Prof. Gerson Lessa

Profª. Larissa Pereira

Rio de Janeiro

2018

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por ter me dado coragem para enfrentar todos os obstáculos que me apareceram nesses cinco anos e meio me ajudando a não desistir no meio do caminho. Gostaria de agradecer a toda minha família, em especial a minha mãe, Solange Almeida, por ter cuidado com tanto carinho da minha filha para me ajudar a concluir meus estudos. Ao meu pai, Alexandre dos Santos, que até hoje tem me ajudado a me manter no Rio de Janeiro. A minha filha que mesmo sendo tão pequena sempre foi muito compreensiva em ter uma mãe ausente por longos períodos. As pessoas que de alguma forma me socorreram no Rio em especial a minha prima, Mariana Castro, e ao seu marido, Renato Higa, que sempre estiveram presentes na minha vida.

Gostaria de agradecer a Universidade Federal do Rio de Janeiro, e ao meu orientador, Anael Silva Alves, que aceitou orientar meu projeto sempre me estimulando e me dando ânimo para continuar. Ao meu coorientador, Marcelo Werneck, que sempre se fez presente dando suporte ao projeto. Gostaria de agradecer também ao Arthur Werneck que demonstrou muita boa vontade em me ajudar, imprimindo todas peças do meu modelo. Ao meu médico, Dr. André Soares, que desde quando começou a me consultar sempre me tratou com muito carinho e compreensão respondendo todas as minhas dúvidas em relação ao meu olho e ao meu projeto.

A Felcon em especial ao Físico, Diego, que se demonstrou aberto para esclarecer qualquer dúvida. Ao NANO por estar de portas abertas para o desenvolvimento do meu projeto e em especial a Malu fragoso por me acolher em sua casa. Ao Guto

Nóbrega por sempre demonstrar boa vontade em ajudar. Ao meu amigo, Ítalo Ramos, por toda a ajuda oferecida e a todos os meus amigos orientandos do professor Anael que contribuíram com esse trabalho.

Resumo do Projeto submetido ao Departamento de Desenho Industrial da EBA/UFRJ como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Desenho Industrial.

Imo: Retinógrafo portátil

Alana Aparecida de Almeida

Agosto, 2018

Orientador: Anael Silva Alves

Coorientador: Marcelo Werneck

Departamento de Desenho Industrial/ Projeto de Produto

A proposta deste projeto surgiu a partir do desejo da autora em ter o controle de sua retina uma vez que é portadora de alta miopia e sofreu algumas complicações decorrentes desta patologia. O projeto surgiu com a finalidade de prevenir o descolamento de retina já que este é um problema que tem que ser tratado de imediato. Através deste projeto o paciente tem a autonomia de monitorar sua retina verificando se seus olhos têm algum tipo de lesão.

Para o desenvolvimento do projeto, foram utilizadas ferramentas metodológicas do Design de Produto permitindo que o usuário tenha em mãos um produto que é fácil de manusear, de transportar, confortável ao utilizar e garante a saúde dos seus olhos.

Palavras-chave: Design, Retinógrafo, Medicina preventiva, Equipamento médico portátil.

Abstract of the Project submitted to the Department of Industrial Design of EBA/UFRJ as part of the requirements needed to obtain the Bachelor's degree in Industrial Design.

Imo: Portable retinography

Alana Aparecida de Almeida

August 2018

Advisor: Anael Silva Alves

Marcelo Werneck

Department of Industrial Design / Product Design

The proposal of this project arose from the desire of the author to have control of her retina since it is a carrier of high myopia and suffered some complications resulting from this pathology. The project came up with the purpose of preventing retinal detachment since this is a problem that has to be dealt with immediately. Through this project the patient has the autonomy to control his retina checking if his eyes have any type of injury.

For the development of the project, methodological tools of Product Design were used to allow the user to have at hand a product that is easy to handle, to carry, comfortable to use and guarantees the health of their eyes

Keywords: Design, Retinograph, Preventive Medicine, Portable Medical Equipment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico - Idade que foi a primeira vez no oftalmologista. (Fonte: Elaborado pela autora).....	7
Figura 2 - Gráfico - Qual o tipo de doença ou deformação existe no olho. (Fonte: Elaborado pela autora).....	7
Figura 3 - Gráfico - Se o paciente conseguiu tratamento em tempo hábil. (Fonte: Elaborado pela autora).....	8
Figura 4 - Gráfico - Frequência de visitas ao oftalmologista. (Fonte: Elaborado pela autora).....	9
Figura 5 - Anatomia da retina. (Fonte: iowaretina.com/having-retina-surgery/)	12
Figura 6 - Descolamento de retina.(Fonte: Elaborado pela autora).....	13
Figura 7 - Olho míope. (Fonte: Elaborado pela autora).....	14
Figura 8 - Sintomas de descolamento. (fonte: hvisao.com.br/moscas-volantes-conhecendo-doenca/).....	15
Figura 9 - Sintomas de descolamento. (Fote: hro.med.br/descolamento-de-retina/)	15
Figura 10 - Mapeamento de retina. (Fonte: cromeoftalmologia.com.br/exames/mapeamento-de-retina/).....	16
Figura 11 - Comparação da retinografia simples com a panorâmica. (Fonte: retinapro.com.br/blog/saude-dos-olhos/).....	17
Figura 12 - Dilatação máxima e Mínima da pupila. (Fonte: iespe.com.br/blog/nova-escala-de-coma-de-glasgow/);	18
Figura 13 - Retinógrafo DRS. (Fonte: eyehome.com.br/produto/drs-imagens-digitais-nao-midriaticas-de-retina/).....	21
Figura 14 - Retinógrafo DAYTONA. (Fonte: eyehome.com.br/produto/daytona/)	22
Figura 15 - Retinógrafo RT1. (Fonte: www.imagine-eyes.com).....	22
Figura 16 - Navilas 577S. (Fonte: od-os.com/navilas-laser-system/).....	23
Figura 17 - Retinógrafo portátil D-EYE. (Fonte: d-eyecare.com).....	24

Figura 18 - Retinógrafo portátil Volk iNview. (Fonte:volk .com/index .php/volk-products/ophthalmic-cameras/volk-inview.html).....	25
Figura 19 - Visuscout 100. (Fonte: arrismedical.com/products/ophthalmic-equipment/zeiss-visuscout-100-handheld-fundus-camera/).....	25
Figura 20 - Retinógrafo portátil Horus Scope. (Fonte: polyoftalmica.it/portfolio-items/horus-scope/.....	26
Figura 21 - Protótipo Phelcom. (Fonte: web.icmc.usp.br/SCAPINST/clipping/20170524)	27
Figura 22 - Protótipo da Phelcom. (Fonte:phelcom.com.br).....	27
Figura 23 - Análise da tarefa. (Fonte: visitronicsusa.com e hospitaldeolhosbucar.com.br).....	28
Figura 24 - Análise da tarefa. (Fonte: Elaborado pela autora).....	29
Figura 25 - Google glass. (Fonte:http://engenhariae.com.br/tecnologia/).....	30
Figura 26 - Gear vr. (Fonte:www.samsung.com.br/wearables/vr/).....	30
Figura 27 - Lente Luneta Pro Hd X Universal Celulares Câmera Zoom 8x (Fonte:cdn.shopify.com/s/files/1/1495/7932/products/).....	31
Figura 28 - Binóculo eyeskey(Fonte:my-live-02.slatic.net/p/2/).....	31
Figura 29 - Fotos da Análise de dados. (Fonte: Elaborado pela autora).....	32
Figura 30 - Organização esquemática após análise de dados. (Fonte: Elaborado pela autora).....	33
Figura 31 - Teste 1 realizado no laboratório LIF-COPPE. (Fonte: Elaborado pela autora).....	37
Figura 32 - Testes com lentes. (Fonte: Elaborado pela autora).....	37
Figura 33 - Lente escolhida. (Fonte: Elaborado pela autora).....	38
Figura 34 - Testes de luz. (Fonte: Elaborado pela autora)	39
Figura 35 - Esquema da parte interna do produto (Fonte: Elaborado pela autora)	38
Figura 36 - Foto da lâmina inteira e cortada.(Fonte: Elaborado pela autora).....	41
Figura 37 - Layout de funcionamento do produto.(Fonte: Elaborado pela autora).	45

Figura 38 - Galaxy J3. (Fonte:samsung.com/br/support/model/SM-J320MZWQ ZTO/)	46
Figura 39 - Galaxy J5 metal (www.samsung.com/br/smartphones/galaxy-j5-2016 -j510mn/SM-J510MZKQZTO/)	46
Figura 40 - Galaxy S8 (Fonte:www.samsung.com/br/smartphones/galaxy-s8-g95 0/SM-G950FZKRZTO/)	46
Figura 41 - Moto G5s (Fonte:motorola.com.br/moto%20g5)	46
Figura 42 - Galaxy S5 Pro (Fonte:samsung.com/br/search/?searchvalue=Galaxy %20S5%20Pro)	47
Figura 43 - Geração de alternativas. (Fonte: Elaborado pela autora)	48
Figura 44 - Geração de alternativas. (Fonte: Elaborado pela autora)	49
Figura 45 - Geração de alternativas. (Fonte: Elaborado pela autora)	50
Figura 46 - Testes com prendedores reguláveis. (Fonte: Elaborado pela autora)	51
Figura 47 - Testes com elásticos. (Fonte: Elaborado pela autora)	51
Figura 48 - Teste com ímã. (Fonte: Elaborado pela autora)	52
Figura 49 - Alternativas de alças. (Fonte: Elaborado pela autora)	54
Figura 50 - Manuseio do celular com o retinógrafo. (Fonte: Elaborado pela autora)	55
Figura 51 - <i>Eyecup</i> flexível. (Fonte: aliimg.com/wsphoto/v0/1247036594_3/Soft -Flexible-Rubber)	55
Figura 52 - Modelo de teste. (Fonte: Elaborado pela autora)	56
Figura 53 - Alternativas para o eyecup. (Fonte: Elaborado pela autora)	56
Figura 54 - Esquema de movimentação do eyecup.(Fonte: Elaborado pela autora)	57
Figura 55 - Hoodeye Eyecup. (Fonte: videoguys.com.au)	58
Figura 56 - Eyecup H-EYEC22G. (Fonte: nexcraft.co)	58
Figura 57 - Eyecup G-Cup EVF. (Fonte: gistgear.com)	59
Figura 58 - Elementos do produto. (Fonte: Elaborado pela autora)	60

Figura 59 - Corpo (Fonte: Elaborado pela autora).....	61
Figura 60 - Tampa da pilha. (Fonte: Elaborado pela autora).....	61
Figura 61 - Placa. (Fonte: Elaborado pela autora).....	62
Figura 62 - Impressão do modelo. (Fonte: Elaborado pela autora).....	60
Figura 63 - Modelo impresso. (Fonte: Elaborado pela autora).....	61
Figura 64 - Modelo impresso. (Fonte: Elaborado pela autora).....	65
Figura 65 - Placa impressa. (Fonte: Elaborado pela autora).....	65
Figura 66 - Impressão quebrada (Fonte: Elaborado pela autora).....	66
Figura 67 - Nova peça (Fonte: Elaborado pela autora).....	66
Figura 68 - Testes. (Fonte:Elaborado pela autora).....	67
Figura 69 - Foto da retina da autora. (Fonte: Instituto brasileiro de oftalmologia).	68
Figura 70 - Medidas do olho humano. (Fonte:Elaborado pela autora).....	68
Figura 71 - Fotos do olho e suporte confeccionado pela autora. (Fonte:Elaborado pela autora).....	69
Figura 72 - Modelo. (Fonte:Elaborado pela autora).....	70
Figura 73 - Modelo. (Fonte:Elaborado pela autora).....	70
Figura 74 - Uso. (Fonte:Elaborado pela autora).....	71
Figura 75 - Uso. (Fonte:Elaborado pela autora).....	72
Figura 76 - Microscópio universal USB, PCE-MM 200. (Fonte: solostocks.pt).	74
Figura 77 - Modelo para fabricação. (Fonte:Elaborado pela autora).....	75
Figura 78 - Encaixe vidro. (Fonte:Elaborado pela autora).....	75
Figura 79 - Junta esférica. (Fonte:Elaborado pela autora).....	76
Figura 80 - Botão. (Fonte:Elaborado pela autora).....	77
Figura 81 - Tampa da pilha. (Fonte:Elaborado pela autora).....	77
Figura 82 - Encaixe Snap fit. (Fonte:Elaborado pela autora).....	78
Figura 83 - Encaixe. (Fonte:Elaborado pela autora).....	79

Figura 84 - Modelo final. (Fonte:Elaborado pela autora).....	80
Figura 85 - Opções de cores. (Fonte:Elaborado pela autora).....	81
Figura 86 - Opções infantis. (Fonte:Elaborado pela autora).....	81
Figura 87 - Esquema para gerar a logo. (Fonte:Elaborado pela autora).....	83
Figura 88 - Logo. (Fonte:Elaborado pela autora).....	83
Figura 89 - Imagem gerada pelo aplicativo. (http://www.botelho.med.br).....	84
Figura 90 - Aplicativo. (Fonte:Elaborado pela autora).....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz GUT.....	34
Tabela 2 - Tipos de pilhas.....	42
Tabela 3 - Avaliação das alternativas geradas.....	53

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1 – ELEMENTOS DA PROPOSIÇÃO	
1.1. Contextualização.....	2
1.2. Justificativa.....	3
1.3. Objetivo.....	3
1.4. Metodologia.....	4
CAPÍTULO 2 - LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	
2.1. Público alvo.....	5
2.1.1 Pesquisa com público alvo.....	5
2.1.2 Aspectos econômicos.....	9
2.2. Telemedicina.....	10
2.3. Descolamento de Retina.....	11
2.3.1 Causas.....	13
2.3.2 Sintomas.....	14
2.4. Prevenção e retinografia.....	16
2.4.1 Retinografia.....	16
2.4.2 O infravermelho.....	17
2.4.3 Os dados causados pela luz.....	18
2.4.4 Normas.....	19
2.5. Análise de similares.....	20
2.5.1 Retinógrafos de mesa.....	20
2.5.2 Retinógrafos portáteis.....	23
2.6. Consultoria com a Phelcom.....	26

2.7. Análise da tarefa.....	28
2.8. Função estética e simbólica.....	29
2.9. Análise e síntese dos dados	32

CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO

3.1. Premissas conceituais.....	36
3.2. Subistema Óptico eletrônico.....	36
3.2.1 Lente.....	37
3.2.2 Iluminação.....	38
3.2.3 Espelho.....	39
3.2.4 Alimentação.....	41
3.2.5 Layout do sistema	44
3.3. Corpo e usabilidade.....	45
3.3.1 Acoplamento ao celular.....	47
3.3.2 Manuseio do produto.....	53
3.3.3 Articulação.....	55
3.3.4 Eyecup.....	57
3.4. Desenvolvimento.....	59
3.4.1 Corpo.....	60
3.4.2 Acoplamento ao celular.....	62
3.5. Ímãs.....	62
3.6. Modelo.....	63
3.7. Testes.....	65
3.8. Modelo final.....	69

CAPÍTULO 4 – DETALHAMENTO GRÁFICO E TÉCNICO

4.1. Materiais e métodos de fabricação.....	73
4.2. Análise de custo.....	73

4.3. Fabricação.....	74
4.4. O produto.....	79
4.5. Cores.....	80
4.6. Nome do produto.....	82
4.7. Logo.....	82
4.8. Aplicativo.....	84
CONCLUSÃO	86
BIBLIOGRAFIA	87

INTRODUÇÃO

Há um tempo a retina era um órgão de difícil acesso causando grande temor nos médicos. O descolamento de retina era irreversível o que tornava muitos pacientes cegos. Com o passar do tempo e o avanço da tecnologia foram surgindo exames e tratamentos para diversas doenças. Hoje podemos evitar a cegueira com intervenções oculares, mas para isso precisamos buscar tratamento o quanto antes.

Após a Segunda Guerra Mundial houve um grande progresso no campo cirúrgico e na conscientização da importância do diagnóstico precoce de algumas doenças, como o descolamento de retina e doenças congênitas, entre elas estão a ambliopia, astigmatismo, catarata, miopia e muitas outras doenças que já eram identificadas na época. A retinografia se torna indispensável para diagnosticar e acompanhar doenças que afetam a retina. Ela fotografa a retina e mostra lesões, buracos entre outros problemas.

Hoje em dia, mesmo com os avanços nas áreas médicas, os exames preventivos e de diagnósticos não estão disponíveis para todos. Os sistemas públicos não conseguem oferecer, em tempo hábil, exames simples de retina que poderiam prevenir danos permanentes nos olhos. Isso leva ao aumento do número de pessoas com deficiência visual e com baixa visão nesses territórios. Esse projeto visa viabilizar a retinografia, de forma acessível, simples e eficiente, através de um retinógrafo portátil que é acoplado no celular, fotografando a retina e compartilhando imagens com os oftalmologistas.

CAPÍTULO 1 – ELEMENTOS DA PROPOSIÇÃO

1.1. Contextualização

“A cada cinco segundos uma pessoa fica cega no mundo e uma criança a cada minuto. Brasil tem 1,1 milhão de cegos e cerca de 4 milhões de deficientes visuais. 75% da cegueira no mundo resulta de causas previsíveis e/ou tratáveis” (SOCIEDADE BRASILEIRA DE OFTALMOLOGIA, 2009). Podemos dizer que tal situação é alarmante e requer intervenção imediata. O sistema público de saúde não oferece suporte para exames, diagnósticos e tratamento, isso coloca a população correndo grandes riscos relacionados à saúde.

Cálculos indicaram que, se iniciativas de alcance mundial e regional não forem tomadas, em 2020 existirão no mundo 75 milhões de pessoas cegas e mais de 225 milhões de portadores de baixa visão. No entanto, entre 60 e 75% desses casos de cegueira e baixa visão são evitáveis e/ou curáveis (SOCIEDADE BRASILEIRA DE OFTALMOLOGIA, 2009).

Um dos casos que poderia ser evitado é o descolamento de retina que muitas das vezes é ocasionado por um rasgo ou furo na retina. Tal rasgo ou furo se detectado em tempo hábil e submetido ao tratamento adequado pode impedir o descolamento da retina. Rasgos na retina devem ser tratados a laser. Esse procedimento é mais barato que a cirurgia de descolamento de retina, ou seja, a melhor forma de evitar o descolamento de retina é a prevenção.

1.2. Justificativa

Os rasgos ou furo na retina podem ser assintomáticos¹, mas normalmente tem como sintomas as moscas-volantes, que são pontos pretos que o paciente vê voando na frente no olho e os flashes, que são clarões vistos pelos pacientes, mas tais sintomas não significam, obrigatoriamente, que a pessoa tem uma lesão.

Um dos problemas para a detecção da lesão em tempo hábil é a possível falta de sintomas ou os sintomas são similares aos normalmente experimentados pelos pacientes que assim não são capazes de identificar se houve uma piora, ou seja, essas pessoas já enxergam moscas-volantes, tornando difícil para elas perceberem se apareceram mais delas, no campo visual. Os flashes também são comuns em olhos de míopes por conta do descolamento de vítreo² natural nos olhos dessas pessoas o que torna difícil para o paciente detectar se está tendo um sintoma ou não. Portanto, torna-se oportuno fornecer ao paciente algum recurso onde ele possa ter o controle de sua retina. Assim, toda vez que ele for submetido a algum trauma no olho pode fazer um auto exame, pois, exames de retina não podem ser feitos a todo momento nos consultórios e hospitais porque são muito caros. Podemos dizer que é necessário realizar o exame sempre que ocorrer algo diferente nos olhos, pois, são muitas as causas para o descolamento que vão desde coçar o olho até boladas na cabeça. Se uma pessoa for dançarina ou um lutador e ao mesmo tempo míope o controle da retina se torna indispensável.

1.3. Objetivo

Esse projeto visa viabilizar a geração de imagens retinográficas de forma acessível, fácil, simples e eficiente, para uso no diagnóstico de retinopatias, em específico o descolamento de retina, através de telemedicina. O controle da retina pelo próprio paciente poderá ser comparado com o controle do nível de açúcar no sangue pelos diabéticos ou com o controle da pressão arterial pelos hipertensos.

¹ Assintomáticos: Que não apresenta sintomas.

² Vítreo: Substância gelatinosa e transparente que fica entre a córnea e a retina.

1.4. Metodologia

Primeiramente foram realizadas pesquisas em forma de questionário com perguntas relativas ao problema de visão do público alvo, a fim de entender o problema proposto. O questionário foi publicado em páginas do Facebook de míopes alto grau, glaucoma e retinopatia diabética. Também foi realizada uma entrevista com um oftalmologista, Dr. André Soares, No Instituto Brasileiro de Oftalmologia, onde o médico respondeu perguntas relativas ao descolamento de retina e suas causas.

Foi feita uma análise do problema assim como um levantamento de dados para gerar oportunidades de projeto. A análise dos dados foi realizada através da reunião dos insights gerados a partir das informações levantadas, e organizados em uma estrutura visual para facilitar sua compreensão e sintetizá-los em oportunidades projetuais.

Após utilização da tabela GUT para dar auxílio na priorização de problemas, foram geradas alternativas baseadas nas oportunidades elaboradas nas etapas anteriores. A ferramenta de análise morfológica foi instrumental na geração das alternativas, que em seguida foram filtradas e testadas até a seleção daquela que foi desenvolvida como o produto que atenderia o maior número de oportunidades entre as definidas na fase anterior.

CAPÍTULO 2 - LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

2.1. Público alvo

Para definir o público alvo do projeto se fez necessário pesquisar sobre o descolamento de retina, suas causas, como acontecem e qual o grupo de pessoas está mais suscetível a formar lesões nos olhos. A própria vivência da autora, míope alto grau, contribuiu para definição de tal público e suas necessidades.

No Brasil, aproximadamente 35.000 pessoas sofrem de problemas relacionados à retina. Algumas pessoas têm uma tendência maior, como aquelas com um grau mais alto de miopia, um histórico familiar dessa ocorrência, ou aqueles que já tiveram um descolamento no outro olho (ÁVILA, CBCO, 2016).

Os míopes alto grau, por terem uma degeneração periférica, onde pode ocorrer rasgos e furos sem que o olho tenha sofrido qualquer trauma. Pacientes expostos a traumas contusos na cabeça (ex: lutadores, jogadores de futebol...) também tem risco de descolamento de retina. Retinopatia Diabética, só as mais severas têm esse risco e ocorre por mecanismo tracional. Os diabéticos que representa risco, são os que possuem Retinopatia Diabética Proliferativa. Existem outras patologias que também levam ao descolamento, porém, são raras. Esses dados vieram através da entrevista realizada com o Oftalmologista, Dr. André soares.

2.1.1 Pesquisa com público alvo

Foi realizado um questionário que teve a participação de 277 pessoas. O objetivo foi entender as dificuldades que o público alvo enfrenta quando precisa realizar exames nos olhos e conseguir tratamento de suas patologias ou complicações no tempo adequado para não adquirir sequelas, (As questões utilizadas neste questionário online estão presentes no anexo1).

As redes sociais permitem um acesso rápido e fácil aos grupos de pessoas que apresentam condições que favorecem o descolamento de retina: alta miopia,

glaucoma e retinopatia diabética. Sendo assim o questionário gerado foi direcionado aos seguintes grupos da rede Facebook:

- Alta miopia³
- Glaucoma: Mitos e Verdades⁴
- Retinopatia diabética⁵

Ao término da pesquisa, os resultados foram transformados em gráficos (anexo 1) pelo google forms. Os gráficos nos permite visualizar melhor a porcentagem de pessoas pertencentes ao público alvo que conseguem acompanhar sua patologia e realizar os tratamentos adequados quando existem complicações.

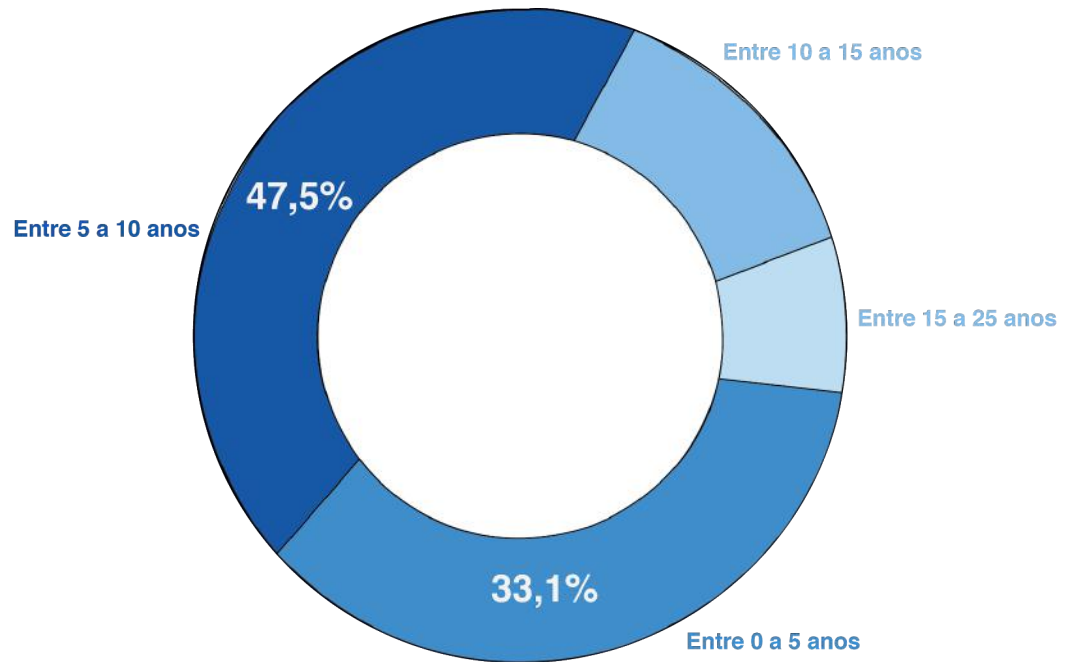
O ideal é que qualquer pessoa vá a primeira vez ao oftalmologista com menos de 3 anos, pois, quando as deformações e doenças oculares são descobertas na infância as chances de melhora ou cura são muito maiores. Quando não existe cura é possível estabilizar a evolução do quadro. A maioria das pessoas que responderam o questionário foram ao oftalmologista a primeira vez até os 10 anos de idade, porém, apenas 33,1% foram até os 5 anos. Isso mostra que a parcela das pessoas que foram a primeira vez ao oftalmologista com mais de 10 anos poderiam estar com sua patologia em um estado mais avançado do que as que foram antes dos 10 anos.

³ www.facebook.com/AltaMiopia/

⁴ www.facebook.com/grupos/203343019791254/

⁵ www.facebook.com/RetinopatiaDiabeticaOptica/?fref=nf

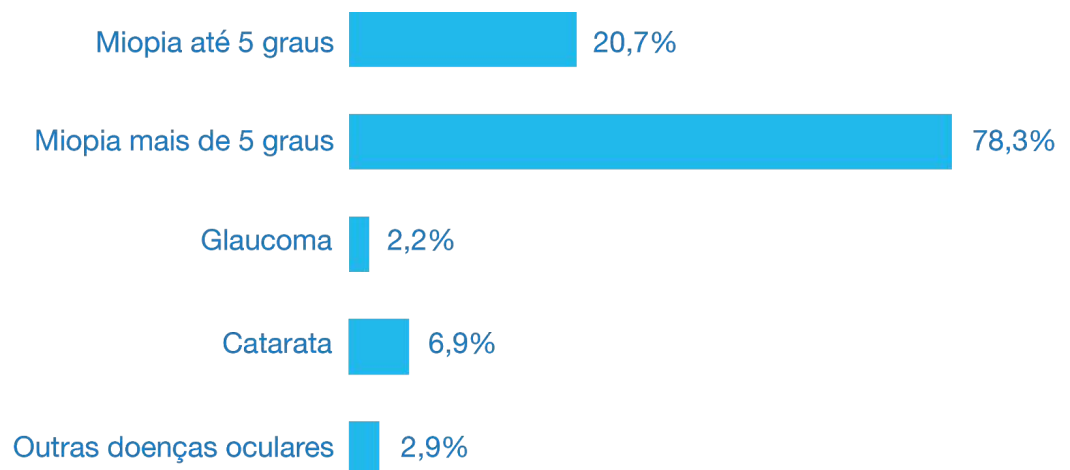
Figura 1 - Gráfico - Idade que foi a primeira vez no oftalmologista.



Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando o tipo de doença ou deformação das pessoas pertencentes ao público alvo, vimos que a maioria são portadoras de alta miopia. A miopia não é uma doença e sim uma deformação que pode levar a complicações nos olhos como o descolamento de retina. Quanto maior o grau, maior o risco de complicações.

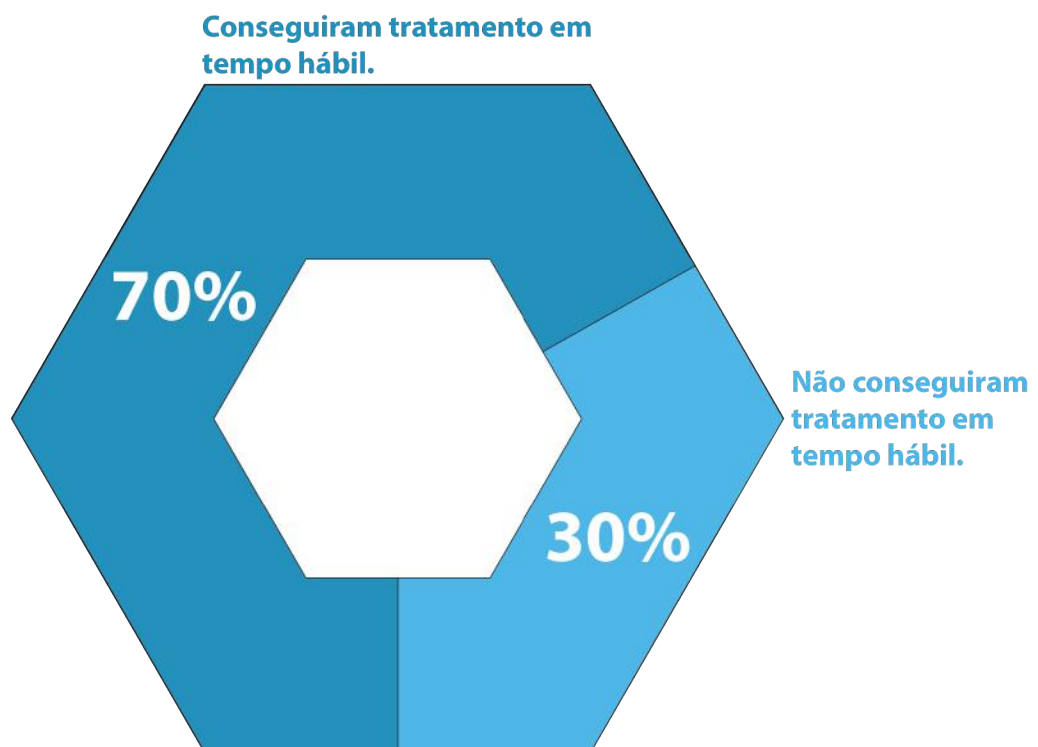
Figura 2 - Gráfico - Qual o tipo de doença ou deformação existe no olho.



Fonte: Elaborado pela autora.

das 277 pessoas entrevistadas 29,9 % já tiveram complicações nos olhos devido a patologia ou deformação que possuem. As complicações oculares nos olhos causadas por Alta miopia, diabetes ou Glaucoma precisam de intervenções imediatas para não ocorrer danos permanentes. Das pessoas que tiveram complicações nos olhos 30% não conseguiram atendimento em tempo hábil.

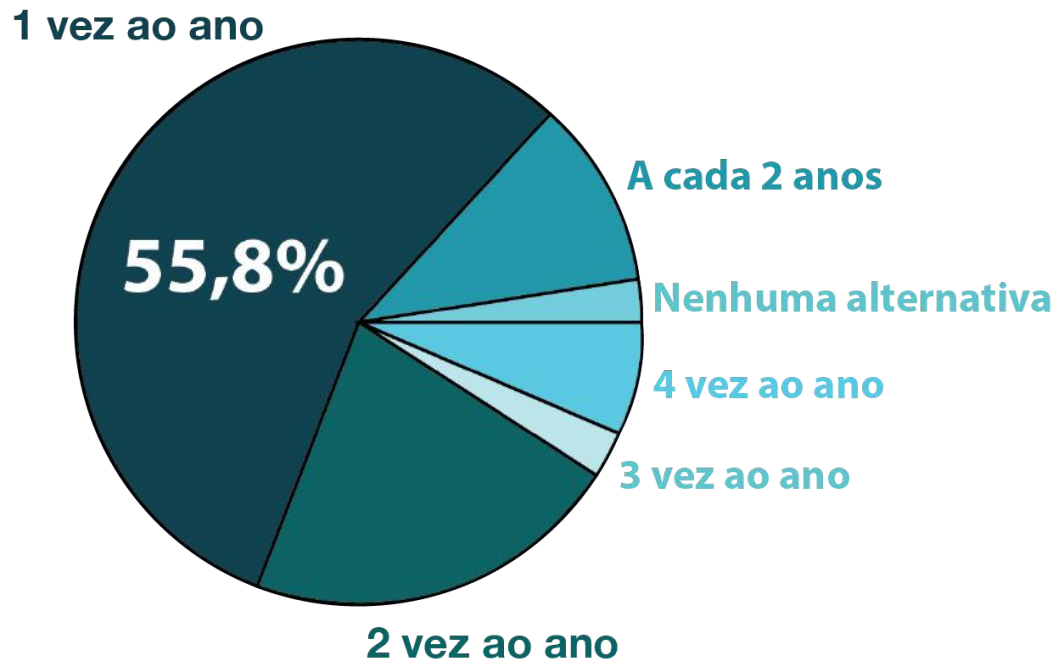
Figura 3 - Gráfico - Se o paciente conseguiu tratamento em tempo hábil.



Fonte: Elaborado pela autora.

A pior complicação que pode levar a perda de visão permanente é o descolamento de retina. Para que as complicações sejam evitadas é recomendado que as pessoas portadores de doenças ou deformações oculares façam visitas regulares ao oftalmologista. Conseguimos visualizar através do questionário que mais da metade das pessoas entrevistadas só vão ao médico 1 vez ao ano, o que é pouco para portadores de patologias oculares. Visitar o oftalmologista 1 vez ao ano é recomendado apenas para pessoas que não tem problemas nos olhos.

Figura 4 - Gráfico - Frequência de visitas ao oftalmologista.



Fonte: Elaborado pela autora.

O questionário também mostrou que 60% das pessoas que tiveram complicações nos olhos conseguiram tratamento através de plano de saúde e 53% das pessoas ficaram com seqüela após o tratamento. Isso nos mostra que para conseguir atendimento em tempo hábil é necessária uma boa condição financeira para arcar com as despesas. Foi observado que a maioria das pessoas que tiveram complicações nos olhos são os míopes alto grau, o que nos confirma que esse grupo de pessoas são os mais suscetíveis ao descolamento.

2.1.2 Aspectos econômicos

Através do questionário realizado com o público alvo, pesquisas, e a própria vivência da autora podemos dizer que hoje a forma mais fácil de realizar exames completos da retina, no Brasil, regularmente é através dos planos de saúde ou particular. O SUS ainda não nos oferece com agilidade retinografias e outros exames de visão. A demora leva o paciente a ter sérios prejuízos na visão e caso ocorra um descolamento de retina precisa ser realizada uma cirurgia que também demora pelo Sistema Único de Saúde o que pode tornar o caso irreversível.

Agilidade no diagnóstico de furos ou rasgos na retina ajuda a prevenção do descolamento da retina. Segundo o Dr. André Soares, médico que respondeu às perguntas da entrevista. Quando é identificado um rasgo através da retinografia pode ser feita uma fotocoagulação⁶ evitando o descolamento, esse procedimento gira em torno de R\$100,00 a R\$300,00 reais, já uma cirurgia de descolamento de retina pode variar de R\$ 3.800,00 a R\$ 14.000,00. Outra variável são os insumos utilizados durante a cirurgia, alguns pacientes podem precisar de alguns materiais e produtos extras. O descolamento é uma patologia em si, mas a sua fisiopatogenia pode ser muito variada e a forma como se dá o descolamento pode fazer com que haja uma variação na abordagem cirúrgica e até no resultado.

Podemos perceber que tanto para o sistema público de saúde quanto para a pessoa física, em aspectos econômicos, a prevenção é a melhor solução. A viabilização do retinógrafo faz com que ocorra um diagnóstico mais rápido evitando o descolamento e cirurgias.

2.2. Telemedicina

O objetivo do projeto não é substituir o médico e a telemedicina esclarece um pouco esta questão. Ela agiliza o trabalho do médico gerando diagnósticos e tratamentos com maior rapidez. Com os avanços dos meios de comunicação a telemedicina é uma forma digital de acompanhar o paciente. Os médicos podem acessar os exames de qualquer lugar, através do computador ou *smartphones*, isso facilita a relação entre o médico e o paciente trazendo mais eficiência para o tratamento.

Outro termo que se refere a telemedicina é o e-saúde que significa a convergência da internet com a saúde. Que abrange todo o tipo de serviço de saúde viabilizado pela internet, ela promove assistência médica substituindo a presença física. A telemedicina é utilizada quando o médico, o serviço e o pacientes se localizam distantes uns dos outros, quando não existe disponibilidade médica e de profissionais da saúde para prestar serviços, é também utilizada para monitorar os

⁶ Fotocoagulação: Procedimento oftalmológico a laser.

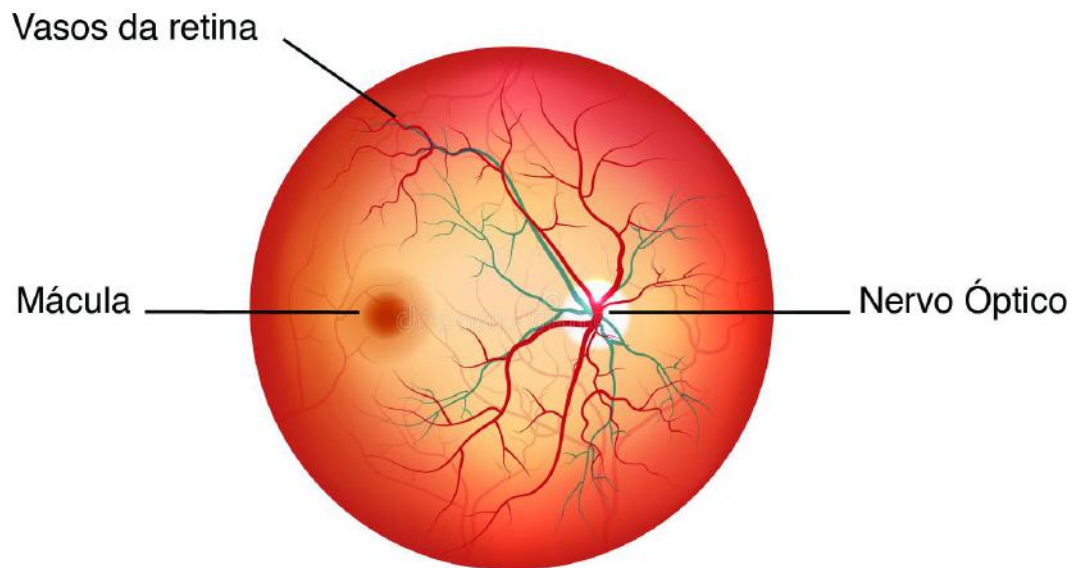
pacientes e para agilizar diagnósticos e tratamentos. Para que esse meio se torne ético e legal deve seguir as normas exigidas. A telemedicina muda a relação entre médicos e pacientes, o que gera um processo de aceitação de ambas as partes. Ou seja, a substituição de parte do contato presencial pelo contato virtual muda a visão da medicina tradicional. Para disseminar e consolidar a telemedicina é preciso ultrapassar barreiras culturais (Cad. Saúde Pública, 2016).

Existe um aplicativo com o nome de Mobile Care que serve para o tele-monitoramento dos pacientes diabéticos, hipertensos, cardíacos, entre outros. O próprio paciente faz o monitorando e manda para a central médica. O retinógrafo portátil para uso dos pacientes deve funcionar da mesma forma.

2.3. Descolamento de Retina

O olho é considerado um órgão nobre, pois é de grande importância para as pessoas se locomoverem, se relacionarem com o mundo, ter noções de espaço entre outras coisas. A visão permite estarmos mais seguros e visualizar perigos ao nosso redor. A retina tem uma função de extrema importância, sendo indispensável para a formação da imagem, ou seja, qualquer dano causado sobre ela pode gerar grandes perdas de visão.

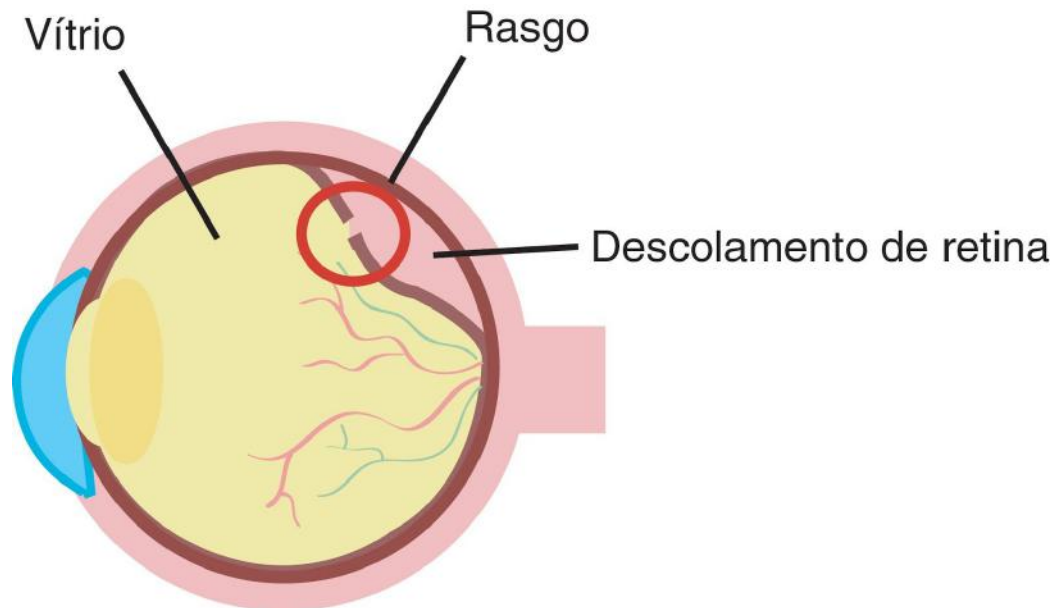
A retina é uma camada fina que forra a parede interna do olho. A retina pode ser comparada ao filme de uma câmera fotográfica. As imagens que vemos são focalizadas pelo cristalino e projetados na retina. As imagens são transmitidas pelo nervo óptico do olho ao cérebro para a interpretação. Assim, a retina é a parte mais importante do olho. (REZENDE, 2013).

Figura 5 - Anatomia da retina.

Fonte: iowaretina.com/having-retina-surgery/

O Descolamento de Retina é uma patologia muito grave que afeta em sua maioria adultos e idosos, por conta do descolamento de vítreo natural ocasionado pela idade. O descolamento também pode ocorrer em crianças e bebês, mas em menor frequência. Todo ano, a cada 10 mil pessoas, uma tem descolamento de retina. Isto quer dizer que para uma população de 180 milhões de habitantes no Brasil, a cada ano ocorrem 18 mil casos novos de Descolamento da Retina (NETO,2017).

O descolamento de retina ocorre quando existe alguma lesão na retina, como rasgo ou furo. Se o vítreo, que é o gel que fica entre a córnea e a retina, vaza por esse furo a retina começa a descolar. Quanto maior a quantidade de líquido atrás de retina maior é o descolamento (Figura 6).

Figura 6 - Descolamento de retina.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.3.1 Causas

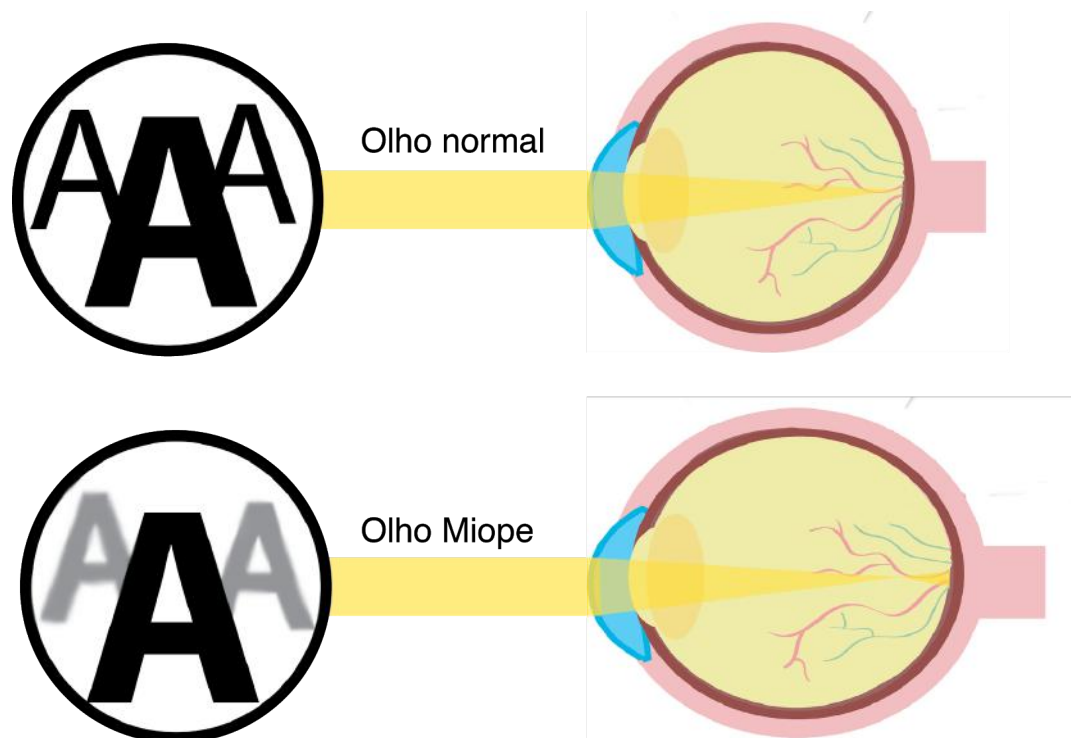
Após longas conversas com o Dr. André Soares, médico que respondeu às perguntas da entrevista, foi visto que uma das principais causas de descolamento de retina é a degeneração periférica, que é encontrada geralmente em olhos míopes, essa degeneração acontece devido à deformação do olho que no lugar de ser redondo é oval (Figura 7). Isso faz com que toda a estrutura ocular se deforme. Essa deformação fragiliza a periferia tornando possível o aparecimento de lesões sem haver nenhum trauma, ou seja, o paciente não precisa fazer nada para adquirir uma lesão que possa vir a se tornar um descolamento de retina.

Socos no olho, acidentes, impactos ou qualquer outro tipo de trauma podem levar ao descolamento de retina que ocorre através dos rasgos e furos como foi falado anteriormente. A tração vítreo-retiniana também é causadora do descolamento, e ela pode ocorrer devido ao descolamento de vítreo que é normal em idosos e

míopes alto grau. O descolamento de vítreo puxa a retina podendo levá-la junto com ele.

Existem outras patologias que também podem levar ao descolamento, porém, são raras e nem sempre o descolamento está presente. Outros fatores que podem causar descolamento de retina e muitas pessoas não sabem é coçar os olhos.

Figura 7 - Olho míope.



Fonte: Elaborado pela autora.

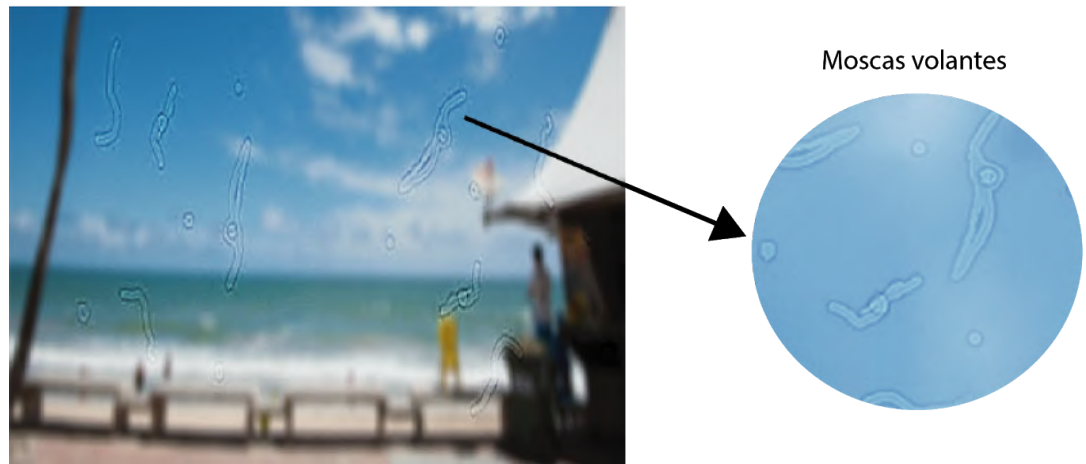
2.3.2 Sintomas

Os sintomas de descolamento de retina são: visão embaçada (Figura 8), cortina negra, que é uma sombra no centro ou na lateral do olho (Figura 9), flashes luminosos (fotopsias) e “moscas-volantes” que são partículas que ficam se movimentando dentro do vítreo (Figura 9). Se algum destes sintomas for percebido pelo paciente o mesmo deve realizar um exame de mapeamento de retina ou retinografia panorâmica para identificar um possível descolamento ou alguma lesão na retina.

As lesões na retina que são responsáveis pelo descolamento também tem como sintomas flashes luminosos e moscas-volantes. Como já foi mencionado anteriormente, o fato mais preocupante é que os míopes alto grau já enxergam normalmente moscas-volantes e flashes luminosos o que dificulta saber se existe algum problema ou não. Por esse motivo é recomendado que o míope faça exames periodicamente ou sempre que houver um trauma no olho.

Figura 8 - Sintomas de descolamento.

Visão embaçada e moscas volantes



fonte: hvisao.com.br/moscas-volantes-conhecendo-doenca/

Figura 9 - Sintomas de descolamento.

Visão normal



Descolamento de retina



fonte: hro.med.br/descolamento-de-retina/

2.4. Prevenção e retinografia

A prevenção do descolamento de retina é feita através de exames como o mapeamento e a retinografia panorâmica. O mapeamento de retina (Figura 10) é feito pelo médico que usa apenas um oftalmoscópio e uma lente que fica entre o olho e oftalmoscópio. Durante o exame ele verifica toda a retina, principalmente a região periférica. O mapeamento é feito com a pupila dilatada.

Já a retinografia realiza fotos da retina onde também é possível observar se existe alguma lesão. A vantagem da retinografia é que a imagem fica registrada podendo ajudar no acompanhamento da evolução do caso. Este exame pode ser feito com a pupila dilatada ou não e isso depende do modelo do equipamento.

Figura 10 - Mapeamento de retina.



Fonte: cromeoftalmologia.com.br/exames/mapeamento-de-retina/

2.4.1 Retinografia

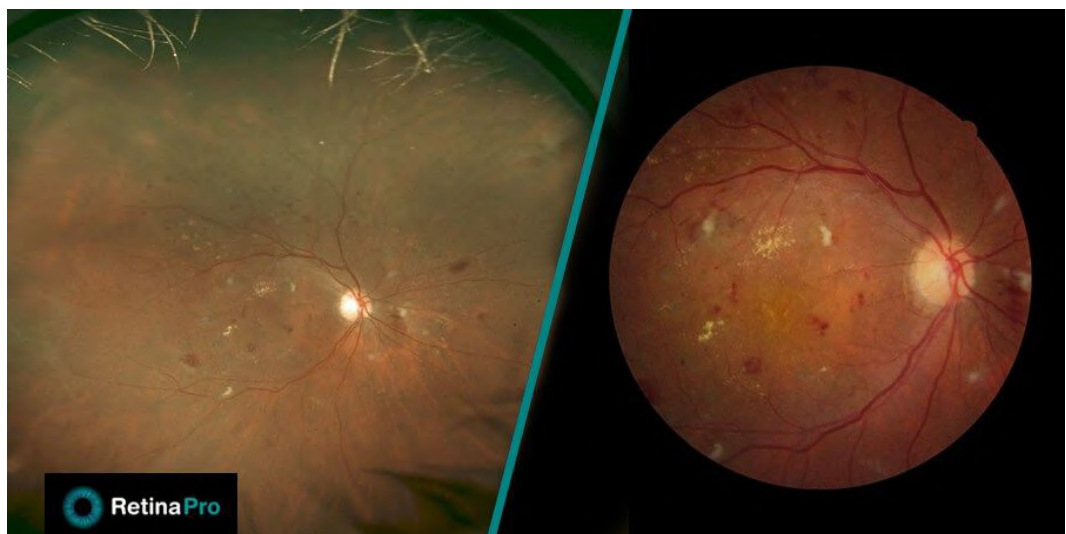
Como foi visto anteriormente o descolamento de retina se dá a partir de um rasgo ou furo na retina onde o vítreo estando liquefeito⁷ ultrapassa essa lesão ocasionando um descolamento de retina, é de extrema importância que o paciente realize um exame assim que perceber os sintomas de uma lesão na retina, pois,

⁷ Liquefeito: Se tornar líquido.

essa lesão pode ser tratada evitando o descolamento de retina e a possível perda da visão.

A retinografia é um exame que consiste em fotografar a retina para diagnosticar ou acompanhar a evolução de doenças. Nas imagens obtidas é possível observar o nervo óptico⁸, que é fundamental para o acompanhamento do glaucoma⁹, o fundo do olho e a periferia. Para que a periferia da retina possa ser observada é necessário que o retinógrafo realize fotos panorâmicas. As fotografias panorâmicas reúnem múltiplas imagens em um conjunto o que possibilita ver toda a retina. Para detectar um rasgo, furo ou descolamento de retina é indispensável a observação da periferia. Para que o médico consiga ver vasos sanguíneos com maior precisão é necessário aplicar na veia do paciente um contraste, esse procedimento só pode ser realizado por profissionais da saúde. Na figura 11 podemos comparar a retinografia simples com a panorâmica.

Figura 11 - Comparação da retinografia simples com a panorâmica.



Fonte: retinapro.com.br/blog/saude-dos-olhos/

2.4.2 O infravermelho

A luz emitida pelos retinógrafos para iluminar a retina normalmente é gerada por LEDs de luz branca ou infravermelha. Quando são utilizados LEDs de luz branca há a tendência de, em uma reação natural, contração da pupila (miose) para

⁸ Nervo óptico: Enviar a imagem luminosa que é convertida em impulsos elétricos nervosos até ao cérebro.

⁹ Glaucoma: doença causada pelo aumento da pressão intraocular

impedir que essa luz excessiva atinja a retina. Como essa reação interferiria na captação da imagem, o exame é realizado com o paciente sob o efeito de um tipo de colírio que induz a midríase, ou seja, a dilatação da pupila. A dilatação da pupila pode prejudicar temporariamente a visão, sendo recomendado ao paciente compareça ao local de exame acompanhado, pois não poderá conduzir veículo após o procedimento.

Por outro lado, a iluminação utilizando emissões no espectro infravermelho não causa a mesma reação pois o olho humano não é sensível à luz nesta faixa de frequência, assim é dispensado o uso de dilatadores de pupila e o exame pode ser efetuado no escuro, ou seja, em ambiente sem iluminação por luz no espectro visível. Em ambos os casos quaisquer lentes de contato devem ser retiradas antes da realização do exame.

Como existe uma necessidade de habilitação médica e um acompanhante para dilatação da pupila, a retinografia com luz branca não é interessante para este projeto, sendo então mais viável a utilização da iluminação por infravermelho.

Figura 12 - Dilatação máxima e Mínima da pupila.



Fonte: iespe.com.br/blog/nova-escala-de-coma-de-glasgow/

2.4.3 Os danos causados pela luz

Normalmente os comprimentos de onda entre 760 e 1.400 nm são invisíveis à córnea¹⁰, eles se concentram sobre a retina. A alta temperatura sobre a retina acaba

¹⁰ Córnea: Membrana fibrosa e transparente presa à esclera, constituindo a parte anterior do olho.

provocando a desnaturação das enzimas. A retina não se regenera facilmente fazendo com que uma luz que não seja devidamente aplicada no olho cause danos irreversíveis levando a graves perdas da acuidade visual. Para ocorrer uma lesão térmica alguns fatores precisam ser considerados, como a adsorção da energia e a dispersão da luz em determinada área da retina. A melanina absorve a luz que chega na retina. Ela está concentrada no epitélio pigmentado. (KOURKOUMELIS e TZAPHLIDOUT, 2011).

Ou seja, para que a retina não se danifique com a luz é necessário realizar o cálculo da energia colocada sobre ela:

$$\text{Energia (J)} = \text{Potência (W)} \times \text{Tempo (T)}$$

Isso significa que se colocarmos uma luz com uma potência alta em um curto espaço de tempo pode ter a mesma relevância de uma luz com baixa potência aplicada no olho em um longo período de tempo.

2.4.4 Normas

As normas associadas ao produto deste projeto são as ISO 10940 e o ISO 15004-2. Parte da NBR ISO 15004 especifica os requisitos fundamentais para instrumentos oftálmicos. A norma diz que os aparelhos oftálmicos não podem exceder as temperaturas máximas permitidas. Os aparelhos devem sempre estar dentro dos requisitos de segurança, óptica, mecânica e de precisão. A radiação óptica pode acontecer somente quando é utilizado instrumentos com níveis muito elevados de radiação, o que pode prejudicar a retina. A ISO 15004-2 fala sobre os requisitos de segurança em radiação óptica para instrumentos oftálmicos e dá os valores limites tidos como aceitáveis.

Todos os retinógrafos precisam cumprir os requisitos relacionados a luz dado na ISO 15004-2. Se caso o médico precisar utilizar uma potência que é considerada perigosa para dar um diagnóstico é necessário calcular o tempo que a luz pode incidir sobre o olho.

Após ler as normas acima e alguns artigos científicos foi possível encontrar a potência máxima que o olho pode receber. A radiação infravermelha, se não for aplicada corretamente pode causar danos aos olhos. A norma sobre lesões térmicas diz que a exposição ocular não deve exceder 10 mWcm^{-2} por muito tempo de exposição ($>1000 \text{ sec}$) e 1.8 mWcm^{-2} para durações mais curtas de exposições.

A atual legislação precisa ser seguida rigorosamente para proteger os olhos de danos permanentes. Para tirar uma foto da retina é necessário um tempo de 2 a 3 minutos. Este tempo é bem curto o que diminui o risco de lesão se a luz estiver adequada. (KOURKOUMELIS e TZAPHLIDOUT, 2011).

2.5. Análise de similares

Foram analisados retinógrafos de mesa e retinógrafos portáteis para melhor compreensão do seu funcionamento e ergonomia. Os retinógrafos de mesa já são usados a muitos anos, mas os portáteis são bem recentes e foram desenvolvidos para o uso do médico e não de pacientes.

2.5.1 Retinógrafos de mesa

Geralmente os retinógrafos de mesa utilizam a luz branca que implica na necessidade da dilatação da pupila. Existem alguns modelos que não exigem tal procedimento porque utilizam o LED infravermelho. É importante ressaltar que a pupila só pode ser dilatada por médico ou enfermeiro.

O primeiro retinógrafo analisado foi o DRS da EYEHOME (Figura 13). Para o exame ser realizado por esse equipamento é exigido a dilatação mínima da pupila do paciente de 3,8mm. Deve ser utilizado por um profissional capacitado. Não necessita de computador já que existe no aparelho uma tela para visualizar as imagens da retina. Possui 7 LEDs internos para iluminação da retina. Seu campo de visão é $45^\circ \times 40^\circ$ e seu peso é 19kg.

Figura 13 - Retinógrafo DRS.



Fonte: eyehome.com.br/produto/drs-imagens-digitais-nao-midriaticas-de-retina/

O segundo retinógrafo analisado foi o DAYTONA da OPTOS (Figura 14). Para o exame ser realizado por esse equipamento é exigido a dilatação mínima da pupila do paciente de 2mm, caso não seja utilizada a luz infravermelha. Pode ser utilizado sob opacidade de pacientes portadores de catarata¹¹. Deve ser utilizado por um profissional capacitado. Também não necessita de computador já que existe no aparelho uma tela para visualizar as imagens da retina. Utiliza luz infravermelha e luz verde. Realiza imagens panorâmicas da retina e seu peso é 28kg.

¹¹ Catarata: Opacidade parcial ou total do cristalino ou de sua cápsula.

Figura 14 - Retinógrafo DAYTONA.



Fonte: eyehome.com.br/produto/daytona/

O terceiro foi o RT1 Adaptive Optics (Figura 15). Para o exame ser realizado não necessita de dilatar a pupila do paciente. Deve ser utilizado por um profissional capacitado. Necessita de um computador para visualizar as imagens da retina. Utiliza luz infravermelha, 850 nm. Seu campo de visão é de 4° x 4°.

Figura 15 - Retinógrafo RT1.



Fonte: imagine-eyes.com

O Quarto foi o Navilas 577S (Figura 16). Para o exame ser realizado não necessita de dilatar a pupila do paciente. Deve ser utilizado por um profissional capacitado. Necessita de um computador para visualizar as imagens da retina. Utiliza luz infravermelha.

Figura 16 - Navilas 577S.



Fonte: www.od-os.com/navilas-laser-system/

Ao analisar os retinógrafos de mesa podemos concluir que todos são muito grandes e pesados e devem ser utilizado apenas pelo médico ou pessoa capacitada, pois, são complexos, caros e para realizar a compra em alguns casos se faz necessário ter CRM¹². Também não é possível a realização de autoexame em nenhum dos retinógrafos de mesas analisados.

2.5.2 Retinógrafos portáteis

Os retinógrafos portáteis encontrados atualmente são sempre utilizados pelos médicos para facilitar seu trabalho. Alguns deles foram desenvolvidos para serem utilizados em lugares onde não existem recursos. O único retinógrafo analisado que pode ser utilizado pelo paciente é o D-EYE (Figura 17) que usa a própria luz do telefone. O usuário não precisa dilatar a pupila para utilizá-lo, mas como o LED do telefone não é um infravermelho a pupila contrai com a luz emitida pelo

¹² CRM: número que o profissional adquire após realizar a inscrição no Conselho Regional de Medicina.

celular, sendo possível fotografar apenas a região central da retina. Não é possível visualizar a periferia e achar lesões, ou seja, não serve para prevenção do descolamento de retina. Pode ser usado apenas em iPhones, Para que o retinógrafo portátil possa ser utilizado pelo paciente o mesmo precisa conseguir fazer o exame sem a dilatação da pupila, pois, não é aprovada a compra de colírios dilatadores por pessoas físicas, porque, podem trazer riscos à saúde como o aumento da pressão ocular.

Figura 17 - Retinógrafo portátil D-EYE.



Fonte: d-eyecare.com

Outro retinógrafo portátil analisado foi o Volk iNview (Figura 18). Para o exame ser realizado com este aparelho é necessária uma dilatação de 5mm ou maior. Deve ser utilizado por um profissional capacitado. O aparelho utiliza a câmera e a luz do celular. Só pode ser utilizado em iPhones. Seu campo de visão é de 80°, pesa 413g e custa em média \$995,00.

Figura 18 - Retinógrafo portátil Volk iNview.



Fonte: volk.com/index.php/volk-products/ophthalmic-cameras/volk-inview.html

O terceiro retinógrafo portátil analisado foi o Visuscout 100 (Figura 19). Não necessita dilatar a pupila para utilizá-lo. Não utiliza celular. A luz emitida para captação da imagem é a Luz infravermelha. Seu campo de visão é de 40°, pesa 800g e custa em média \$ 9.950,00.

Figura 19 - Visuscout 100.



Fonte: arrismedical.com/products/ophthalmic-equipment/zeiss-visuscout-100-handheld-fundus-camera/

O Quarto retinógrafo portátil analisado foi o Horus Scope (Figura 20). Não necessita dilatar a pupila para utilizá-lo. Não utiliza celular. A luz emitida para captação da imagem é a Luz infravermelha. Seu campo de visão é de 45°, pesa 450g e custa em média \$ 5.495,00.

Figura 20 - Retinógrafo portátil Horus Scope.



Fonte: polyoftalmica.it/portfolio-items/horus-scope/

Ao analisar os retinógrafos portáteis podemos concluir que a maioria deles devem ser utilizados por 2 pessoas, no caso o paciente e o médico. O Visuscout 100 e o Horus Scope utilizam LED infravermelho e conseguem fotografar a periferia, mas tem o custo muito elevado. O E-EYE é a melhor opção analisada por ser barato e simples, mas não consegue fotografar a periferia sem dilatação da pupila.

2.6. Consultoria com a Phelcom

Foi realizado contato com a startup¹³, Phelcom, que transforma equipamentos médicos em dispositivos portáteis, através de e-mail e videoconferência em especial com o físico do projeto Diego Lencione que, muito atencioso, respondeu a perguntas relativas a luz, lentes e como funciona o retinógrafo da Phelcom. Os integrantes da startup são em sua maioria Ex-alunos da USP que criaram um aparelho para smartphone que permite a realização de exames oculares de maneira prática, barata e com o uso de smartphones.

O primeiro protótipo foi criado em 2016 (Figura 21), mas ainda não está sendo comercializado, está sendo finalizando os testes clínicos e registro do equipamento na ANVISA. O Físico Diogo Lencione indicou fontes como o ISO 10940 e o ISO 15004-2 para controlar a potência da luz que incide no olho. As

¹³ Startup: É uma empresa jovem com um modelo de negócios repetível e escalável

imagens geradas pelo protótipo da Phelcom também serão panorâmicas, não é possível obter mais informações técnicas, pois, o retinógrafo ainda não foi lançado, mas já existe um segundo protótipo (Figura 22).

Figura 21 - Protótipo Phelcom.



Fonte: web.icmc.usp.br/SCAPINST/clipping/20170524

Figura 22 - Protótipo da Phelcom.

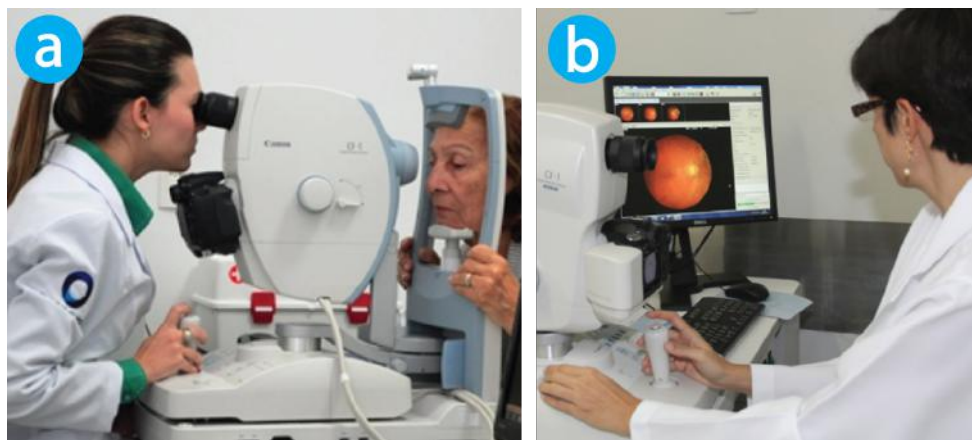


Fonte: phelcom.com.br

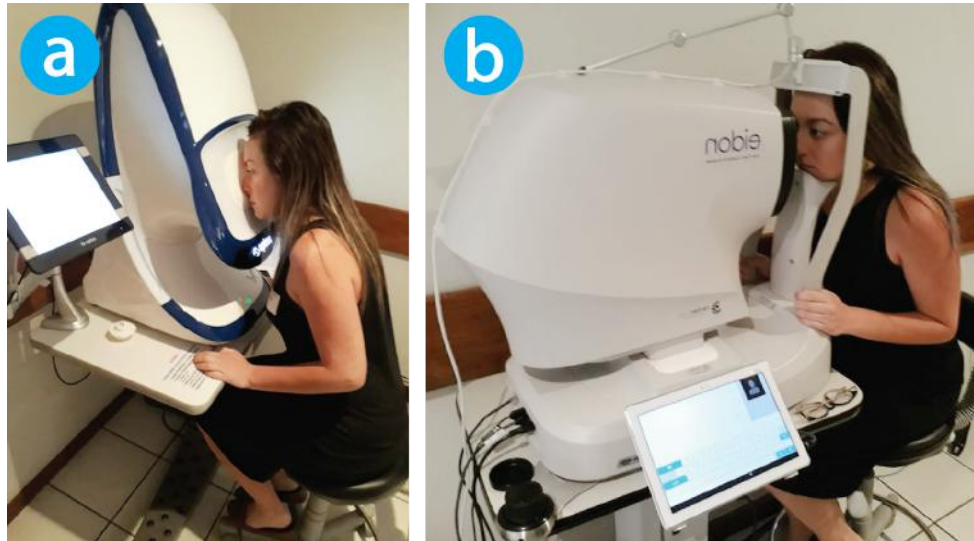
2.7. Análise da tarefa

A análise da tarefa foi feita no IBOL (Instituto brasileiro de oftalmologia). Onde foi possível observar a atividade do retinólogo. Em termos ergonômicos depende muito mais da mesa e da cadeira que tem no consultório do que do próprio equipamento, porque em um modelo o retinógrafo precisa de um computador para funcionar e não precisa que o médico fique com o olho encostado, então a única atividade que ele faz é manipular o controle joystick, que se movimenta em todas as direções. Ele serve para direcionar o local da retina a ser fotografado (figura 23b). Já no outro modelo existe a necessidade de encostar o olho no equipamento, o que faz necessário uma cadeira mais preparada para a atividade (Figura 23a). O exame é bem rápido o que não gera grande desconforto para o médico. Os retinógrafos vistos no IBOL eram todos de mesa. No caso deste projeto o consumidor é o operador e o paciente ao mesmo tempo. O paciente fica com a testa e o queixo encostado no aparelho para dar apoio e ele não se movimentar durante o exame. Ele pode segurar nas laterais do retinógrafo a fim de dar mais estabilidade. Normalmente a altura do encosto de testa e queixo são reguláveis (Figura 24b). Outro modelo analisado foi o retinógrafo Daytona, que falha na parte ergonômica, pois, ele não dá conforto ao paciente que ao realizar o exame fica com a face pressionada no retinógrafo para conseguir encaixar o olho. A autora relata que o nariz dói, pois, o mesmo dobra na parede do retinógrafo (Figura 24a).

Figura 23 - Análise da tarefa.



Fonte: visitronicsusa.com e hospitaldeolhosbucar.com.br

Figura 24 - Análise da tarefa.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.8. Função estética e simbólica.

Um dos objetivos é deixar o retinógrafo com uma aparência agradável para o usuário de forma que o mesmo não remeta sempre a enfermidade do paciente. É como se o exame fizesse parte do seu cotidiano de forma suave, onde o paciente usaria o aparelho da mesma forma que utiliza uma câmera para fotografar uma coisa qualquer ou utiliza um binóculo para ver de perto uma paisagem curiosa. É desejado que o aparelho possa ser transportado como qualquer outro objeto de uso pessoal sem o usuário precisar ter muito zelo, podendo ser colocado em sua bolsa do trabalho, na mala de viagem ou até mesmo na mochila de trilhas. Foi desejado criar um aparelho moderno, pequeno e confortável para o usuário que será acoplado no celular permitindo fotografar a retina sem criar um estranhamento com o usuário. O Google-glass é um óculos de realidade aumentada criado pelo Google. Ele é pequeno, discreto, moderno e aparenta ser bem aceito pelo usuário por não ser muito diferente de um óculos comum (Figura 25).

Figura 25 - Google glass.



Fonte:<http://engenhariae.com.br/tecnologia/>

A imagem 26 mostra o óculos de realidade virtual da Samsung. Ele é moderno e confortável. O usuário acopla o celular nele para utilizar suas funções. Não parece com os óculos convencionais, sendo maior e mais pesado. Também deve ser utilizado em curtos espaços de tempo para não trazer prejuízos ao usuário.

Figura 26 - Gear vr.



Fonte: samsung.com.br/wearables/vr/

O produto da figura 27 é uma luneta que é acoplada no celular. Ela é leve, moderna, pequeno é fácil de usar. Pode ser transportada facilmente e usada em qualquer lugar, porém, o pregador que segura a luneta é frágil e não pode ser usada em qualquer tipo de celular pelos diferentes posicionamentos das câmeras.

Figura 27 - Lente Luneta Pro Hd X Universal Celulares Câmera Zoom 8x



Fonte: cdn.shopify.com/s/files/1/1495/7932/products/

A figura 28 mostra um binóculo que também é acoplado no celular. Se comparado com a luneta da figura 27 ele se mostra mais pesado e complexo. Ele foi projetado para ser transportado para qualquer lugar e para ser utilizado principalmente ao ar livre.

Figura 28 - Binóculo eyeskey



Fonte: my-live-02.slati.net/p/2/

2.9. Análise e síntese dos dados

Após o levantamento de dados foi necessário analisá-los, para isso foi realizado um exercício proposto pelo orientador, onde é feito um esquema visual. Primeiro a autora apresenta todo os dados levantados em forma de ‘slides’ para todos os orientandos, durante a apresentação os alunos vão escrevendo em *post-its*¹⁴ as informações mais relevantes acerca do projeto. Feito isso todos se levantam e vão para o quadro colar os papéis coloridos em grupos por afinidade (Figura 29). Com essa visualização é possível atribuir relações de influência ou relevância entre eles. Na figura 30 é possível ver a estrutura final do esquema.

Figura 29 - Fotos da Análise de dados.



Fonte: Elaborado pela autora.

¹⁴ Post-its: Bloco de notas composto por pequenas folhas de papel adesivo

Figura 30 - Organização esquemática após análise de dados.



Fonte: Elaborada pela autora.

Visualizando as oportunidades foram selecionadas as que se mostraram mais adequadas às propostas de projeto:

Restrição:

A pupila não pode ser dilatada com colírio.

Oportunidades:

Como tornar o aparelho barato e acessível ?

Como torná-lo de fácil uso ?

Como o aparelho pode ser de fácil transporte ?

Como fazer fotos panorâmicas ?

Como utilizar o aparelho acoplado no celular ?

Foi utilizada a matriz GUT para priorizar as oportunidades de projeto, considerando o desafio projetual para dar notas na matriz. A Gravidade é o impacto que a oportunidade poderá causar se não for solucionada. Já a urgência significa o tempo ou o prazo que tem para resolver determinada oportunidade. O fator (tendência) diz respeito a evolução do problema, melhorando, piorando ou se estabilizando. Na Tabela a seguir foram atribuídos graus de 1 a 5 em cada fator, que depois foram multiplicados gerando o grau de prioridade de cada oportunidade.

Tabela 1 - Matriz GUT

Oportunidade de projeto	G	U	T	Total	Classificação
O que fazer para não precisar dilatar a pupila ?	5	5	5	125	1º
Como tornar o aparelho barato e acessível ?	5	5	4	100	2º
Como torna-lo de fácil uso ?	5	5	4	100	2º
Como o aparelho pode ser de fácil transporte ?	3	3	4	36	3º
Como fazer fotos panorâmicas ?	5	5	5	125	1º
Como utilizar o aparelho acoplado no celular ?	2	2	3	12	4º

Fonte: Elaborada pela autora.

Analisando os resultados da tabela GUT, vimos que as fotos panorâmicas receberam 5 em gravidade, urgência e tendência, pois, para o diagnóstico ser efetuado a fotografia não pode ser apenas central, esse problema deve ser resolvido com total urgência. O prazo para resolver o problema é curto pois sem

as fotos panorâmicas o exame não pode ser realizado. A tendência é que se essa oportunidade for resolvida a evolução do problema melhore.

Em segundo lugar é preciso deixar o produto barato, acessível e de fácil uso. Essas duas oportunidades empataram obtendo a mesma nota. Também são graves, pois para que o produto possa ser utilizado pelo maior número de pessoas diminuindo o índice de descolamento de retina é necessário que seja barato e acessível. Para que o usuário consiga realizar o exame sozinho o aparelho deve ser fácil de utilizar. Existe urgência em tornar o produto barato e acessível, porque se não for a prevenção chegará em um grupo pequeno de pessoas. O prazo para torná-lo de fácil uso também se mostra curto, pois se o aparelho for complexo o usuário não conseguirá realizar o autoexame. Se a oportunidade de ser barato e acessível não for resolvida o problema continuará como está, ou seja, o exame sendo realizado pela população com melhores condições financeiras. Se a oportunidade de ser de fácil uso não for solucionada também irá continuar como está, a retinografia tendo que ser realizada por mais de uma pessoa.

Já em terceiro vem a preocupação de como torná-lo fácil de transportar. Essa oportunidade já é menos grave, pois se o aparelho for de fácil transporte o usuário pode utilizá-lo em qualquer lugar, mas se não for ele também pode utilizar apenas em casa, é menos urgente em comparação com as outras oportunidades. Se a oportunidade for atendida a tendência é que o produto melhore, mas essa melhora não é tão significativa.

Por último o desafio de como prender o aparelho no celular. Essa oportunidade vem por último, pois, o aparelho também poderia ter sido feito sem precisar utilizar o celular.

CAPÍTULO 3 – CONCEPÇÃO

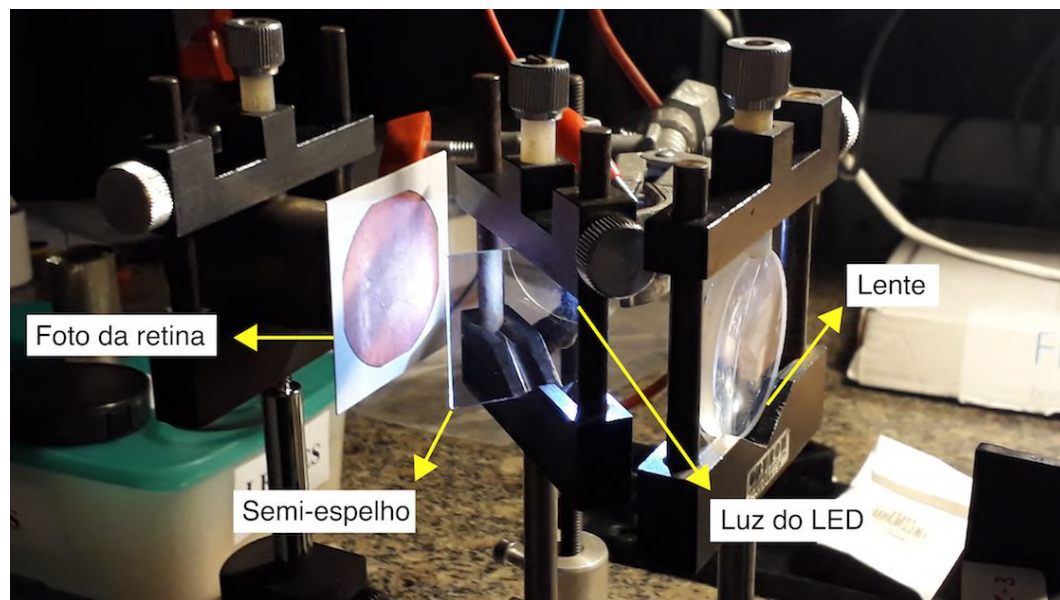
3.1. Premissas conceituais

Após a análise de dados ser realizada foi escolhido projetar um retinógrafo para ser acoplado no celular, pois, assim o produto se torna mais acessível, barato e o compartilhamento de imagens mais rápido. Quando usamos o celular conseguimos eliminar componentes caros do produto, como a câmera. De 10 anos para cá o celular se tornou cada vez mais popular sendo usado pela maioria da população. A cada dia os celulares se tornam mais modernos com câmeras cada vez mais potentes. Isso torna o celular uma das melhores opções para um projeto que necessita ser popular, de fácil transporte e uso. Como existe a necessidade de um compartilhamento rápido das imagens com um oftalmologista o acoplamento do aparelho no smartphone é interessante neste aspecto, pois o usuário pode compartilhar as fotos obtidas com rapidez. É possível concluir que o produto precisa realizar fotos panorâmicas da retina para conseguir fotografar a periferia e assim ver possíveis lesões que levam ao descolamento, o usuário precisa utilizá-lo sem dilatar a pupila, pois, não tem permissão para utilizar tais colírios.

3.2. Subsistema óptico eletrônico

Dentro do laboratório LIF, Laboratório de Instrumentação e Fotônica, que se situa na COPPE-UFRJ sob a coorientação do professor Marcelo Werneck foi possível realizar testes com leds, lentes e espelhos com o objetivo de chegar ao resultado esperado que é fotografar a retina. Foram realizados diversos encontros onde foi discutido as normas, as posições do led e da lente. Fazendo isso foi observado que precisaria de um semi-espelho para refletir o led e não deixar ele ir diretamente nos olhos. A imagem 31 mostra o esquema montado no laboratório onde foi colocado uma imagem impressa da retina, o led, o semi espelho e uma lente que possivelmente serviria para o protótipo.

Figura 31 - Teste 1 realizado no laboratório LIF-COPPE.

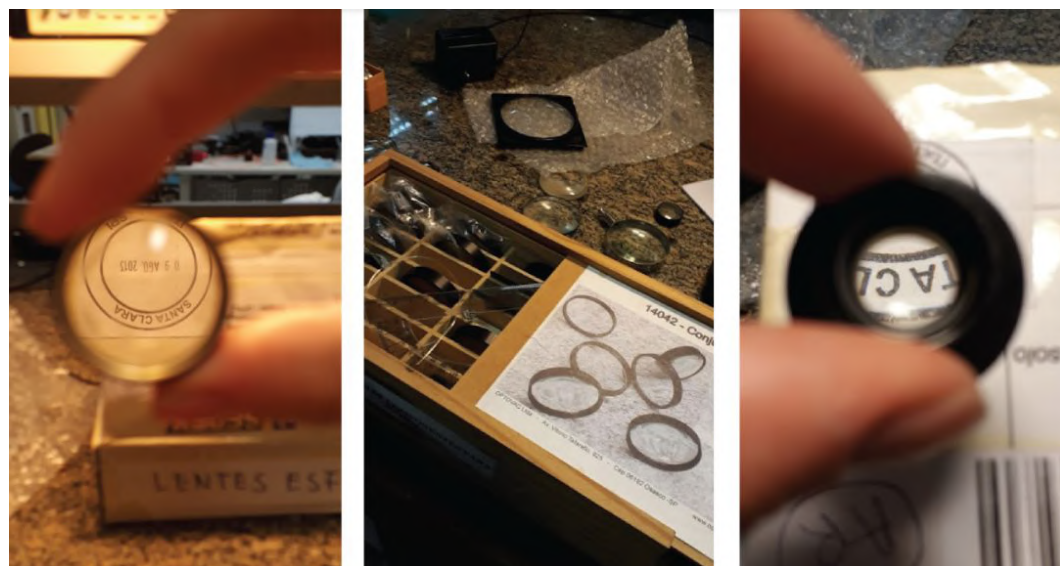


Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.1 lente

Após pesquisas no mercado foi visto que a lente mais indicada para o projeto seria a Near-IR (NIR) Achromatic Lenses da edmund optics que custa em média de 85 a 225 dólares dependendo de suas especificações como o diâmetro. Devido ao alto custo pegamos o acervo de lentes do laboratório para testar uma a uma analisando sua distância focal a fim de achar a mais adequada para o retinógrafo (Figura 32).

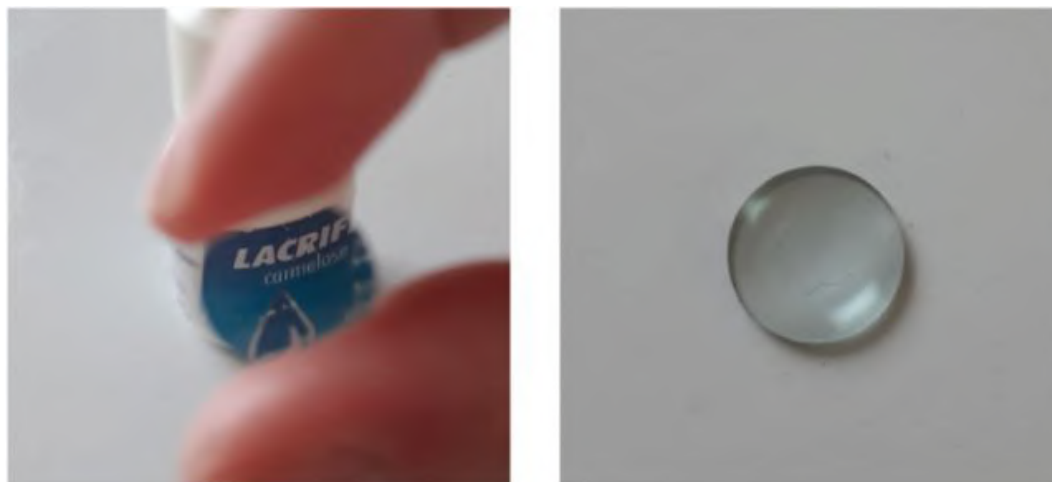
Figura 32 - Testes com lentes.



Fonte: Elaborado pela autora.

Após analisar um grande número de lentes a escolhida foi uma lente Plano-Convexa de vidro com distância focal de 3 cm e diâmetro de 1,2 cm(Figura 33). A Lente Plano-Convexa é usada como uma lente condensadora com o propósito de mirar os feixes divergentes provenientes da fonte de luz. Segue abaixo a imagem da lente escolhida. Esse tipo de lente pode ser encontrada em diversos fornecedores pelo valor aproximado de 40 reais.

Figura 33 - Lente escolhida.

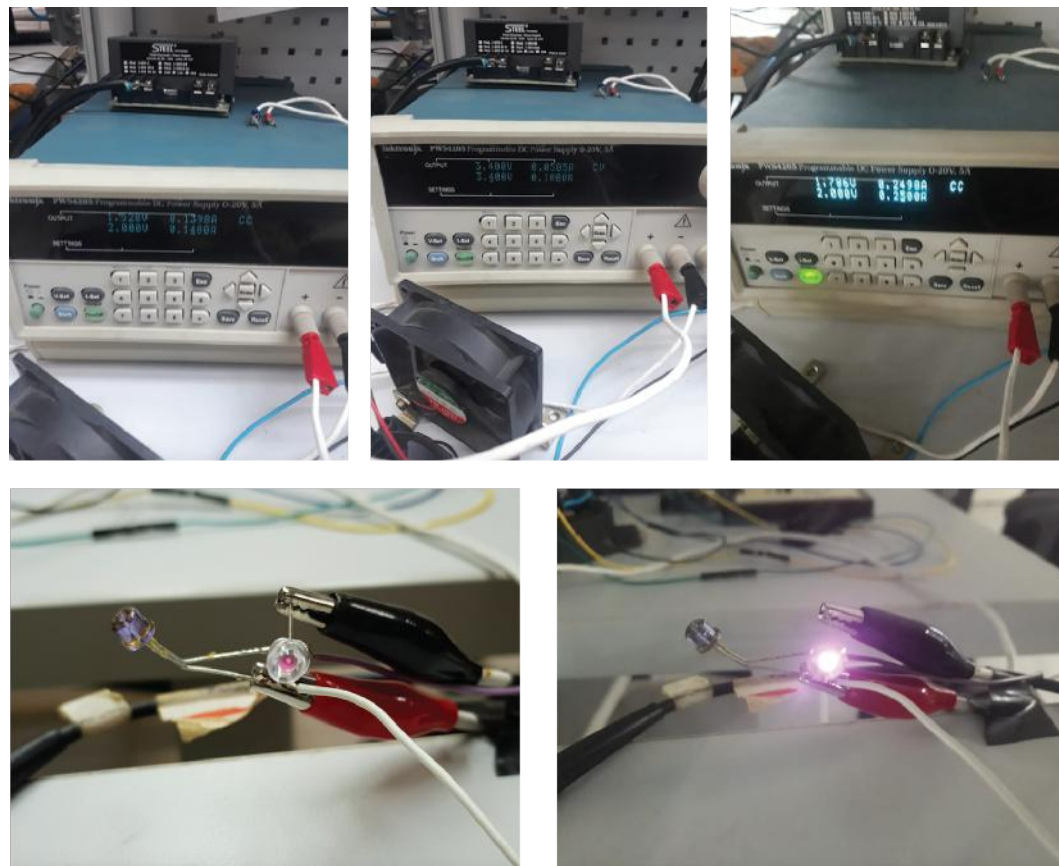


Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.2 Iluminação

Testes foram realizados no laboratório a fim de calcular a potência óptica adequada para o led infravermelho. Um fator influente no cálculo foi a reflexão do vidro, que como dito anteriormente reflete 4% da luz. Abaixo é possível ver as imagens dos testes realizados no laboratório. É possível visualizar a luz infravermelha porque os celulares android não tem filtro infravermelho na câmera do celular.

Figura 34 - Testes de luz.

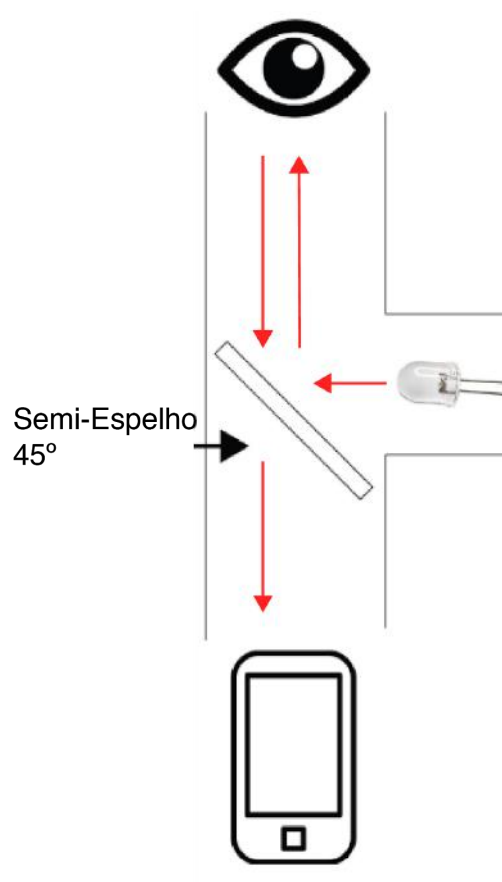


Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.3 Espelho

O semi-espelho que foi recomendado a ser utilizado reflete 50% da luz isso possibilita a iluminação da retina. Após pesquisas junto ao coorientador, verificamos que o espelho mais adequado para o retinógrafo seria o Elliptical Plate Beamsplitters da Edmund Optics. No desenho da figura 35 é possível analisar o esquema do posicionamento do LED e do semi espelho.

Figura 35 - Esquema da parte interna do produto.



Fonte: Elaborado pela autora.

Após a realização de novos testes no laboratório descobrimos que no lugar do semi-espelho poderíamos utilizar um vidro de 1 mm de espessura. O vidro reflete 4% da luz o que se faz necessário uma potência maior do led. Utilizamos uma lâmina de microscópio. Ela foi cortada com 1mm de raio para se adequar ao retinógrafo (Figura 36). Essa substituição foi uma solução que ajudou o aparelho portátil a se tornar ainda mais barato, já que o semi-espelho gira em torno de 150 dólares. O vidro deve ficar a 45°, porque o ângulo de entrada é igual ao ângulo de saída de acordo com as leis de reflexão de Fresnel¹⁵

A reflexão de Fresnel ocorre em qualquer limite médio, onde o índice de refração muda, fazendo com que uma parte do raio de luz incidente seja refletida de volta ao primeiro meio. O final da fibra é um bom exemplo dessa ocorrência. A luz,

¹⁵ Augustin-Jean Fresnel foi um físico francês que contribuiu significativamente na teoria da óptica ondulatória. Estudou o comportamento da luz tanto teórica como experimentalmente.

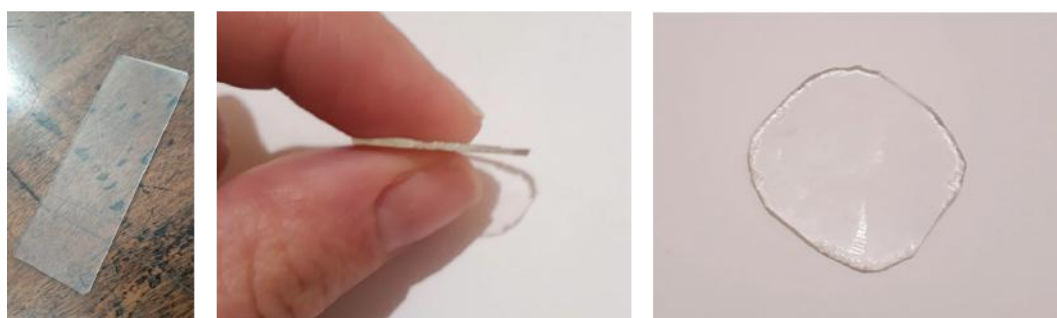
viajando do ar para o núcleo da fibra, é refratada no núcleo. No entanto, parte da luz, cerca de 4%, é refletida de volta no ar. A quantia a ser refletida pode ser estimada usando a seguinte fórmula:

$$\text{Reflexão da luz (\%)} = 100 \times (n_1 - n_2)^2 / (n_1 + n_2)^2$$

onde n_1 = o índice de refração do núcleo

n_2 = o índice de refração do ar

Figura 36 - Foto da lâmina inteira e cortada.



Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.4 Alimentação

A capacidade de uma bateria define a sua capacidade energética e é expressa em ampere-hora (1 Ah = 3600 coulombs). Se uma bateria debita um ampere (1 A) de corrente por uma hora, tem uma capacidade de 1 Ah. Se puder fornecer 1 A por 10 horas, sua capacidade é 10 Ah.

Ah (ampere-hora) define a capacidade da bateria, ou seja, a intensidade (amperes) que pode debitar durante 1 hora. Isto indica a autonomia em horas da bateria que fornece aquela corrente, por exemplo:

$$\text{Capacidade (C)} = \text{corrente de descarga (I)} \times \text{tempo de descarga (t)}$$

Então, para uma bateria de 4.000 mAh, ou 4 Ah teríamos:

4 A durante 1 hora

0.4 A (ou 400 mA) durante 10 horas

De uma forma geral, quanto maior for a célula, mais corrente e energia pode fornecer. A capacidade da célula é a corrente que uma célula pode fornecer antes da tensão cair abaixo de um valor limiar pré determinado. Por exemplo, as baterias alcalinas de 9 volts (que contêm internamente seis pilhas alcalinas de 1,5 volts) são geralmente categorizadas com 1 Ampere-hora, o que significa que a bateria pode fornecer continuamente um ampere de corrente durante uma hora, antes de ficar sem carga. Na medição da capacidade, a pilha de 9 volts alcalina é declarada esgotada quando a tensão da bateria cai abaixo de 5,4 Volts (valor padronizado).

No entanto, a capacidade da bateria depende da forma como a bateria é utilizada. A medição amperes-hora padrão geralmente assume o tempo de descarga em 20 horas. Isto é, a bateria de 9 volt deveria ser testada para fornecer 1/20 da sua capacidade nominal (50 miliamperes) durante vinte horas. Se a carga fosse consumida rapidamente, com um teste de uma hora ou com um dispositivo de elevado consumo, a capacidade efetiva seria muito menor. A tensão ficará abaixo do limiar antes de o consumo esgotar a sua capacidade de um ampere-hora.

Tabela 2- Tipos de pilhas

Tipo Bateria	Tensão (V)	Carga (mAh)	Imagem
AA-Alcalina	1,5	2122	 Bateria AA (50,5 mm x 14,5 mm)
AA-Carvão-zinco	1,5	591	
AA-Niquel-Cadmium	1,5	1000	
AA-NiMH	1,5	800	
AAA-Alcalina	1,5	1150	 Bateria AAA (44,5 mm x 10,5 mm)
AAA-Carvão-zinco	1,5	320	
AAA-Niquel-Cadmium	1,5	300	
AAA-NiMH	1,5	800	
23A (A23/LR23A/V23GA/AG23)	9	52	 Bateria 23A (28,5 mm x 10,3 mm)

Fonte: Elaborado pela autora.

Cálculo

O LED precisa de uma fonte de energia para ser aceso, essa fonte pode ser uma bateria ou uma pilha. O que fornece a potência óptica no LED é a corrente que passa por ele, ou seja, quanto maior a corrente maior sua intensidade luminosa (brilho). No entanto, há uma limitação, pois quanto maior o brilho, mais o LED esquenta e ele tem um limite de temperatura de 80°C, acima disso ele pode derreter ou queimar.

A partir da intensidade luminosa necessária para iluminar a retina, calcula-se a corrente elétrica que precisamos injetar no LED para que ele produza aquela intensidade. Após esse passo, temos que definir a bateria que utilizaremos para o retinógrafo. O que precisa ser aqui considerado é a carga da bateria, o seu tamanho e o seu peso.

Para definirmos qual bateria ou pilha será utilizada, partimos da corrente necessária para acender o LED que é em torno de 50 mA. A partir daí temos que definir um tempo de autonomia do aparelho. Lembrando que uma retinografia panorâmica dura em média 10 minutos, se quisermos que a pilha permita, digamos, 200 exames, então teríamos 2.000 minutos, ou cerca de 32 horas. A carga da bateria deveria ser então $50 \text{ mA} \times 32 \text{ h} = 1.600 \text{ mAh}$.

Para desenvolver um retinógrafo mais robusto podemos dizer que a pilha mais adequada seria a “alcalina longlife” tipo AA ou AAA. Ela é uma boa opção pois pode ser encontrada em qualquer supermercado, se tornando assim um aparelho bem popular e de fácil manutenção.

Se fossemos projetar um retinógrafo mais robusto o LED precisaria de uma tensão de alimentação maior do que 1,5 V para acender, poderíamos utilizar duas pilhas em série, o que daria 3 V. Dessa forma nossa escolha recairia sobre a pilha AAA por ser mais leve e menor que a AA.

Para controlar a corrente de alimentação do LED teríamos que utilizar um resistor em série. Para calcular esse resistor poderíamos aplicar a lei de Ohm da maneira que se segue.

A tensão das pilhas (3 V) menos a tensão sobre o LED (1,2 V) é a tensão que ficará sobre o resistor R. Se queremos 50 mA de corrente no LED, então calculamos o resistor utilizando a lei de Ohm:

$$R=V/I=(3V-1,2V)/50mA=36 \Omega$$

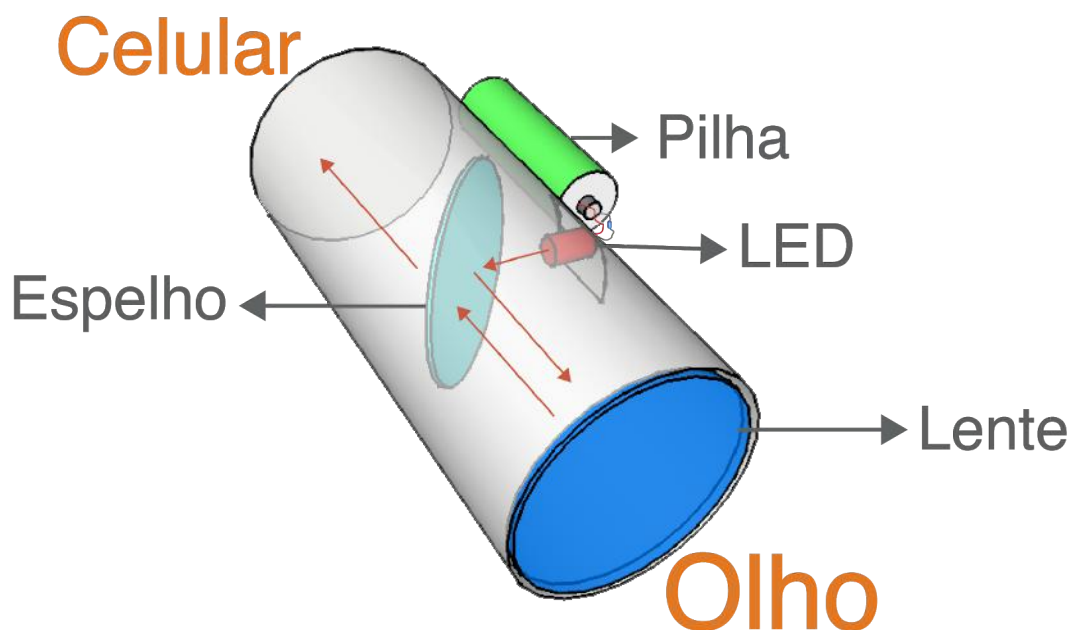
Como a pilha para um retinógrafo mais robusto do que o desse projeto tem uma carga de 1.150 mAh (vide tabela), com essa escolha obtemos uma carga total de 2.300 mAh o que permitiria uma autonomia do retinógrafo de 2.300 mAh/50 mA, ou seja, 46 horas.

Para o presente projeto optamos por utilizar a pilha 12V do tipo Mn21B, pois, ela se adequa melhor com a proposta estabelecida. Seu peso é adequado para que os imãs suportem o corpo do aparelho, e seu tamanho se adequa as dimensões do retinógrafo. O cálculo utilizado para a pilha 12V é exatamente o mesmo aplicado para a pilha AA e AAA como vimos anteriormente.

3.2.5 Layout do sistema

Após selecionar todos os componentes foi realizado um esquema com as disposições necessárias de cada componente. Tais disposições são fixas o que restringe a elaboração das alternativas (Figura 37).

Figura 37 - Layout de funcionamento do produto.



Fonte: Elaborado pela autora.

3.3. Corpo e usabilidade

Tendo como objetivo projetar um retinógrafo portátil utilizando a câmera do celular se fez necessário pesquisar os modelos mais populares e estudar suas dimensões e posicionamento da câmera e botões. Segundo a consultoria de pesquisa e mercado Strategy Analytics, no ano de 2017 dos celulares androides mais vendidos temos o Samsung Galaxy J3 (Figura 38) e o Samsung Galaxy J5 metal (Figura 39). O J3 conta com uma tela de 5 polegadas e tem a câmera centralizada e posicionada na parte superior do telefone com 8 Mp e resolução de 3264 x 2448 pixel. O J5 metal tem tela de 5.2 polegadas e sua câmera centralizada e posicionada na parte superior do telefone com 13 Mp e resolução de 4128 x 3096 pixel. O primeiro trimestre de 2018 registrou um aumento pela procura de celulares usados. De acordo com o relatório da OLX, alguns dos celulares mais vendidos no primeiro trimestre de 2018 foram o Galaxy S8 (Figura 40), Moto G5s (Figura 41) e o Galaxy S5 Pro (Figura 42). O Galaxy S8 tem tela de 5.8 polegadas e sua câmera centralizada e posicionada na parte superior do telefone com 12 Mp e resolução de 4290 x 2800 pixel. Já o Moto G5s tem tela de 5.2 polegadas e sua

câmera centralizada e posicionada na parte superior do telefone com 16 Mp e resolução de 4608 x 3456 pixel. O Galaxy S5 Pro tem tela de 5.2 polegadas e sua câmera centralizada e posicionada na parte superior do telefone com 13 Mp e resolução de 4128 x 3096 pixel.

Podemos observar que os 5 celulares observados tem sua câmera traseira centralizada na parte superior o que é um ponto positivo. Mas temos que considerar os outros modelos existentes no mercado e também a rápida evolução dos smartphones que podem tornar o retinógrafo portátil obsoleto.

Figura 38 - Galaxy J3



Fonte: samsung.com/br/

Figura 39 - Galaxy J5 metal



Fonte: samsung.com/br/

Figura 40 - Galaxy S8



Fonte: samsung.com/br/

Figura 41 - Moto G5s



Fonte: motorola.com.br/moto%20g5

Figura 42 - Galaxy S5 Pro

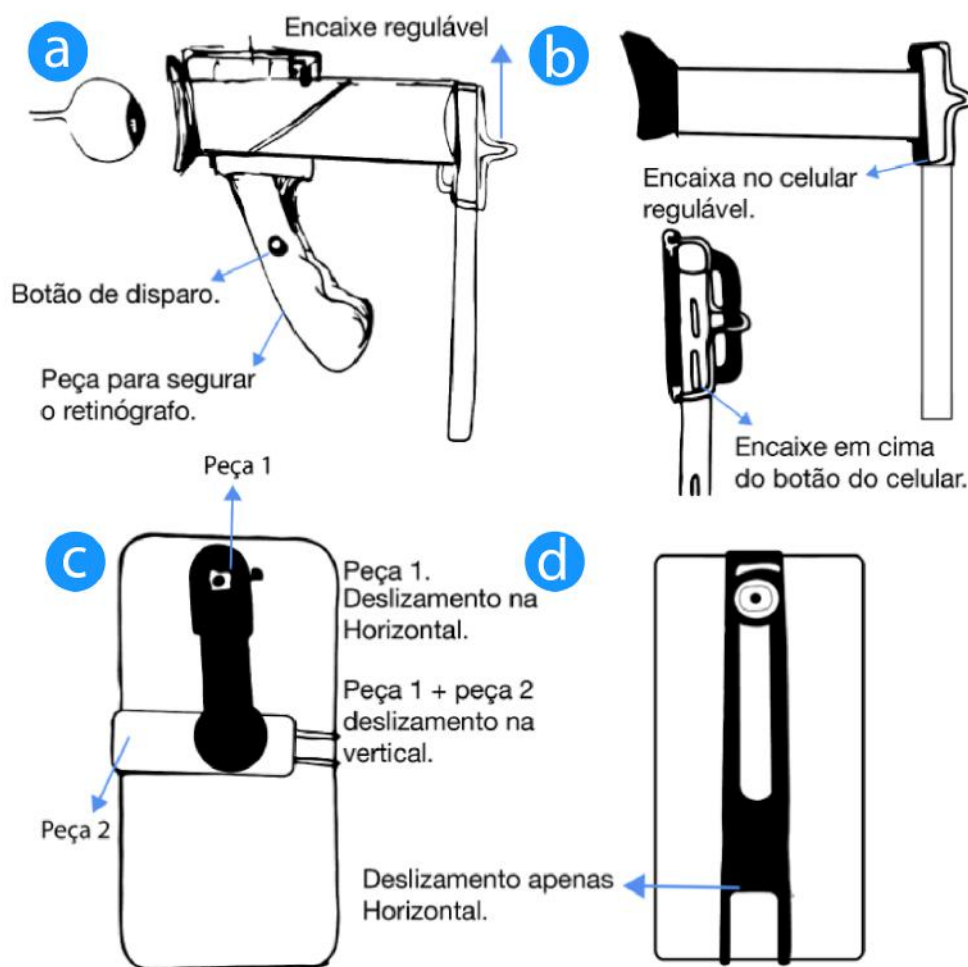
Fonte: samsung.com/br/

3.3.1 Acoplamento ao celular

Após todas as pesquisas realizadas e já estando definido os componentes necessários e os espaçamentos entre eles foram geradas alternativas a fim de gerar uma solução para prender o aparelho no celular. Sabendo que todas as alternativas deveriam ter um cilindro onde se localiza a lente, o vidro a 45 graus, o led e a pilha. O primeiro desafio a ser solucionado era como prender o aparelho no celular de forma que ele pudesse ser colocado em qualquer tipo de celular que utilizam o sistema operacional android, pois assim o produto se torna mais popular, pois o usuário não precisa comprar um smartphone novo para usar o retinógrafo. Foram idealizadas diversas alternativas na tentativa de solucionar o problema (Figura 43, 44 e 45).

Na Figura 43 podemos ver os desenhos mais complexos com muitos detalhes e peças de encaixe. Na Figura 43(a) foi pensado em acrescentar ao cilindro uma peça para o usuário segurar o retinógrafo onde existe um botão de disparo. Na figura 43(b) pensou em algo mais simples com encaixe ajustável, porém, o encaixe pegava no botão do celular. Na Figura 43(c) mostra a tentativa de um encaixe ajustável onde a peça 1 pode deslizar para as laterais e todo o conjunto se movimentar na vertical. Já na Figura 43(d) desenho o encaixe desliza apenas na horizontal.

Figura 43 - Geração de alternativas.

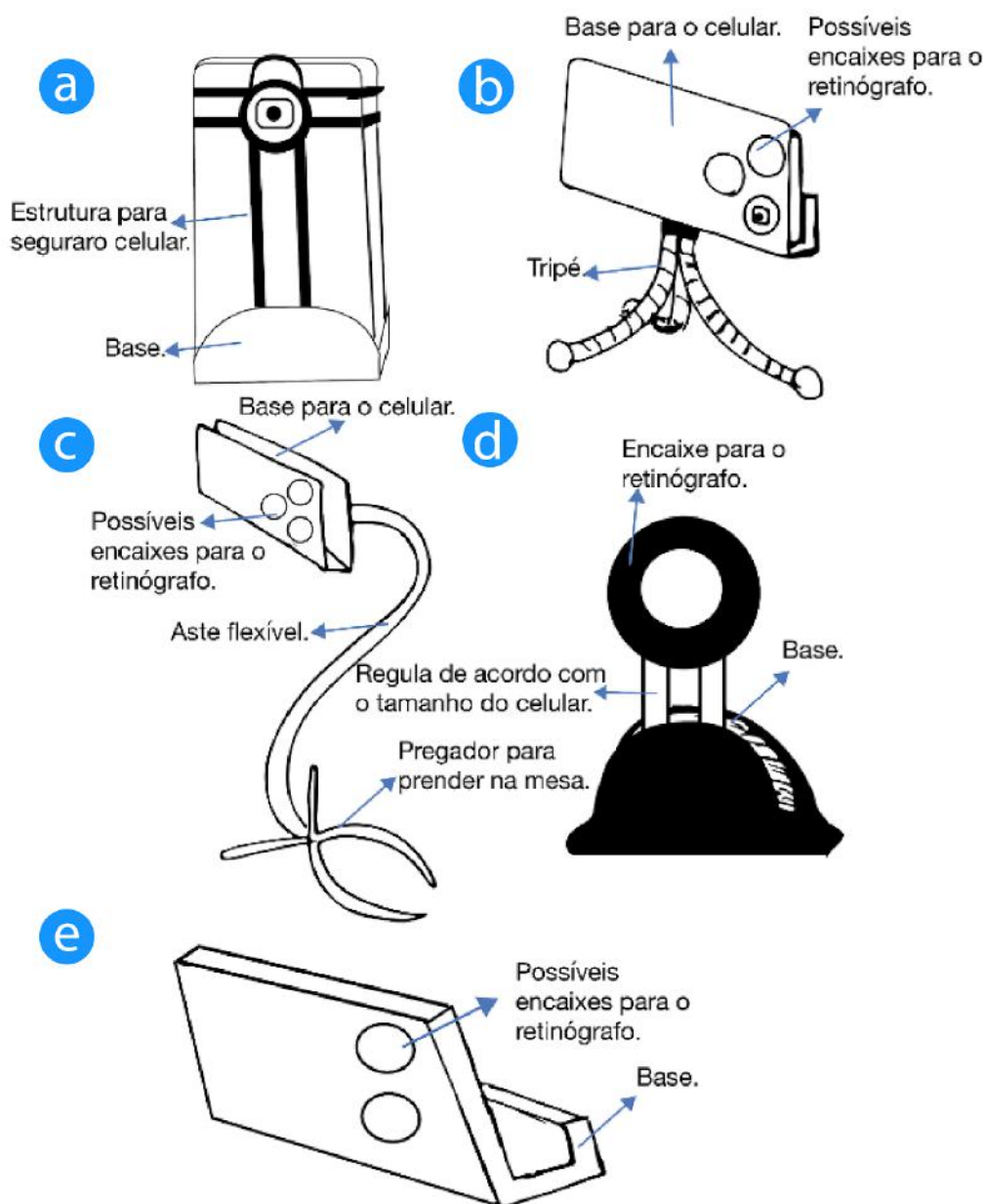


Fonte: Elaborado pela autora.

Os desenhos da figura 44 são focados em apoio para o celular onde no desenho 44 (a) existe uma estrutura de metal e uma base para ser colocada na mesa. O desenho 44(b) é constituído de uma base onde existem algumas opções de encaixe para o retinógrafo dependendo do posicionamento da câmera do celular e um tripé maleável que pode ser colocado em cima da mesa ou preso em alguma estrutura. O desenho 44(c) também tem uma base para o celular com opções de encaixe para o retinógrafo onde é segurada por uma haste flexível que permite o ajuste da altura do celular em relação ao usuário. Também existe um pregador para prender o conjunto composto pela haste, base, celular e retinógrafo em alguma superfície ou estrutura. Já o desenho 44(d) é uma base com uma estrutura ajustável que

segura o encaixe para o retinógrafo e o quinto desenho é apenas uma base com opções de encaixe para o retinógrafo que pode ser colocada direto na mesa.

Figura 44 - Geração de alternativas.

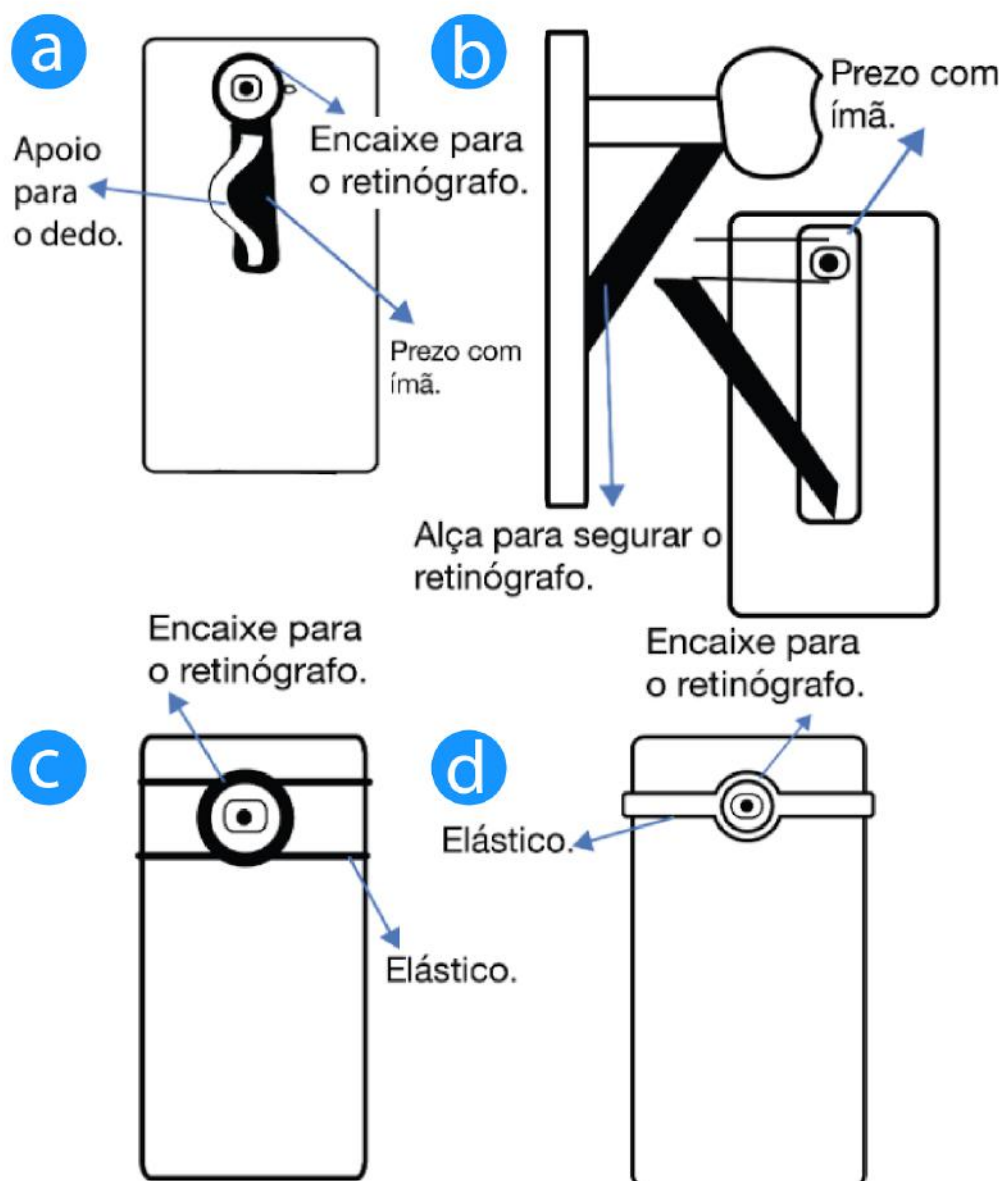


Fonte: Elaborado pela autora.

Já os desenhos da figura 45 são as opções mais simples de anexar o retinógrafo no celular. No desenho 45(a), o encaixe do retinógrafo é feito através de ímã onde existe uma alça para colocar o dedo e dar firmeza na hora de segurar o conjunto. No desenho 45(b) o retinógrafo também é preso por ímã onde existe um outro tipo de alça para segurar o retinógrafo. No desenho 45(a) a alça é de material flexível,

no 45(b) a alça é rígida. No desenho 45(c) o encaixe para o retinógrafo é preso no celular por dois elásticos. No 45(d) é preso por apenas um elástico.

Figura 45 - Geração de alternativas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Após analisar os desenhos foram realizado alguns testes a fim de testar a eficiência de cada alternativa. Na figura 46 podemos ver os testes feitos com os prendedores reguláveis. Na Figura 46(a) percebemos que o ferro pega no botão. O segundo modelo de pregador (Figura 46.b) é frágil e instável, pois, gira e não cabe em todos os tipos de celulares, para isso poderia ser feito um pregador mais largo,

mas ficaria muito grande e bruto. Na Figura 46(c) o celular escorrega facilmente e ainda é muito grande e bruto o suporte.

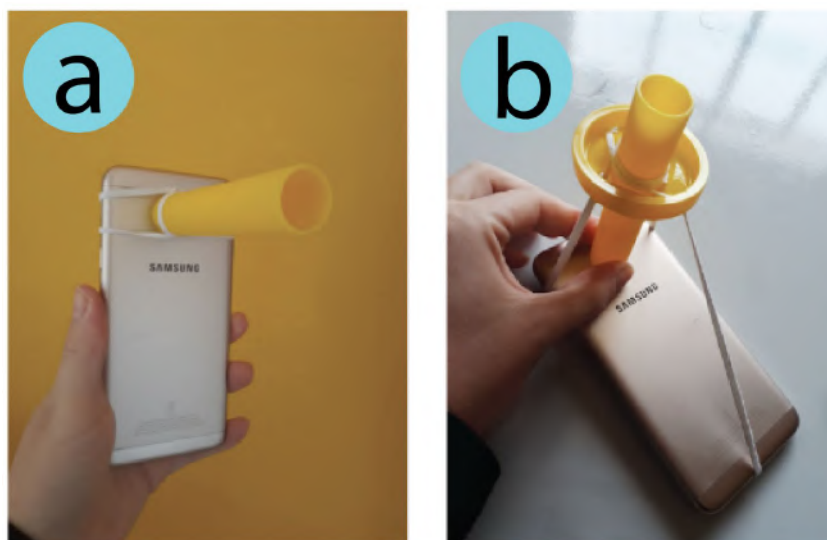
Figura 46 - Testes com prendedores reguláveis.



Fonte: Elaborado pela autora.

Nos testes com os elásticos foi possível observar que eles são menos estáveis do que era imaginado. Na Figura 47(a) o cilindro ficava com o orifício em cima da câmera, mas quando a pilha foi adicionada o elástico não conseguia segurar o peso do cilindro. Na Figura 47(b) os elásticos tiravam o orifício do cilindro do eixo da câmera. Foi possível notar que essa opção não seria a mais indicada.

Figura 47 - Testes com elásticos.



Fonte: Elaborado pela autora.

Já os testes com os Imãs foram os mais eficientes. Foi usado o ímã de neodímio que é o mais forte encontrado no mercado. Primeiramente foi colada uma placa de metal no celular com fita adesiva dupla face Fixa Forte 12mm x 2m Scotch 3M BT e um ímã redondo de 1 cm de diâmetro no aparelho. A fixação foi ótima, porém, o ímã permitia que o produto rotacionasse 360°. Para que isso não acontecesse foram colocados 4 ímãs no retinógrafo (Figura 48), mas o produto ainda rotacionava. Então a solução foi colocar quatro ímãs no retinógrafo e quatro ímãs no celular.

Figura 48 - Teste com ímã.



fonte: Elaborado pela autora.

Os tripés se mostraram instáveis, pois o peso do celular, que se localiza de um lado, faz o tripé cair. Também não seria possível fazer as movimentações exigidas para realizar fotografias da periferia.

Após Desenhar as alternativas e realizar os testes foi feita uma tabela onde é atribuída notas de 1 a 5 para cada grupo de desenhos. Tais notas foram dadas considerando a média de eficiência de cada grupo.

Tabela 3 - Avaliação das alternativas geradas.

Oportunidades para prender o retinógrafo no celular.	Peças ajustáveis	Tripés	Elásticos	Ímãs
Se adapta a qualquer tipo de celular.	1	5	5	5
Fácil de usar	3	2	5	5
Estável	5	1	2	4
Resistente	5	1	3	5
Total	14	9	15	19

Fonte: Elaborado pela autora.

A alternativa que se mostrou mais eficiente foi o ímã, pois, ele pode se adaptar em qualquer tipo de celular, é fácil de usar, estável se colocados da forma correta e na quantidade certa. Quando utilizado o ímã de neodímio podemos dizer que também são resistentes. Em segundo lugar foi os elásticos por se adaptarem a qualquer tipo de celular e serem fáceis de utilizar. Já as peças ajustáveis não são uma boa opção porque não se adaptam a qualquer tipo de celular e para se adaptarem ficam muito grandes e brutas. Os tripés vêm em último lugar, pois, além de instáveis não permitem que o aparelho exerça sua função.

3.3.2 Manuseio do produto.

Na hora de realizar o exame o paciente precisa conseguir pegar o celular, colocar o aparelho no olho e fotografar a retina sozinho. Foi pensando em como esse usuário iria interagir com o produto. Foram realizados alguns desenhos onde se pensou em alças para pegar o celular junto com o aparelho (Figura 49).

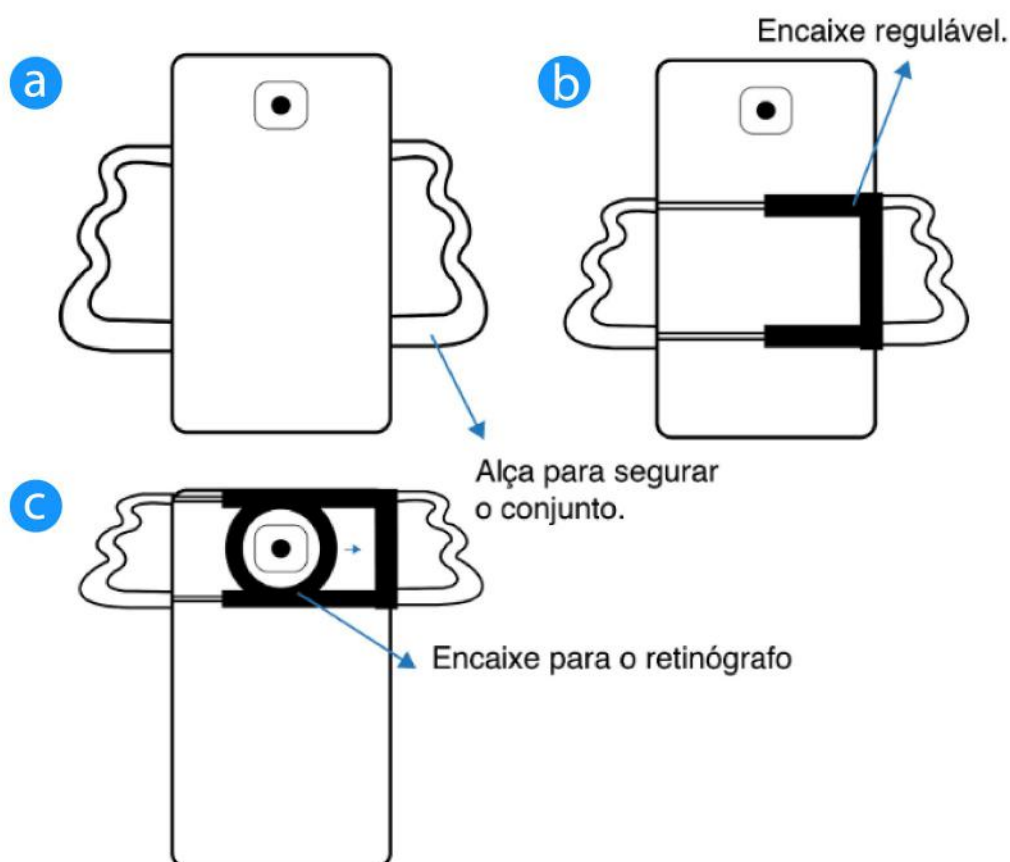
No desenho da Figura 49(a) foi feita 2 duas alças separadas que encaixam na lateral do celular. No desenho da Figura 49(b), foi feito um encaixe regulável de

acordo com o tamanho do celular onde existe 2 alças para segurar o conjunto composto por celular e retinógrafo. Já no desenho da Figura 49(c) foi pensando

em colocar a alça junto com o encaixe regulável e com o encaixe para o retinógrafo onde o mesmo pode deslizar na horizontal para se ajustar ao posicionamento da câmera do celular.

As Alças foram desenhadas devido a preocupação relacionada aos grandes celulares que existem no mercado e a possível preferência dos míopes por aparelhos maiores e mais fáceis de ler. Após realizar testes com tablets e celulares foi visto que a melhor forma de pegar e manusear o produto é pegando no próprio celular ou tablet e no retinógrafo como mostra a figura 50, pois, o usuário deverá fazer alguns movimentos para fazer uma fotografia panorâmica da retina. O que torna as alças inviáveis.

Figura 49 - Alternativas de alças.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 50 - Manuseio do celular com o retinógrafo.



Fonte: Elaborado pela autora.

3.3.3 Articulação

Para fotografar a periferia da retina é necessária uma foto panorâmica. Foi necessário pensar em um mecanismo que fizesse o retinógrafo se movimentar. A primeira alternativa pensada foi utilizar o *eyecup* flexível (Figura 51) que poderia fazer tal movimento. Foi feito um teste com um modelo que simulou suas propriedades (Figura 52), porém ele não se mostrou eficiente. Tomando uma junta esférica como referência, foi realizado outro estudo mal sucedido por deslocar a lente e conseqüentemente alterar seu foco (Figuras 53).

Figura 51 - Eyecup flexível.



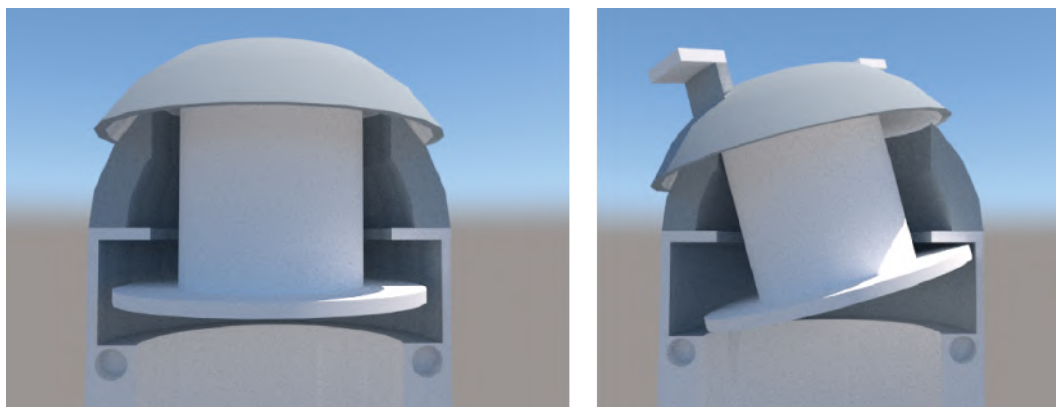
Fonte: aliimg.com/wsphoto/v0/1247036594_3/Soft-Flexible-Rubber

Figura 52 - Modelo de teste.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 53 - Alternativas para o eyecup.

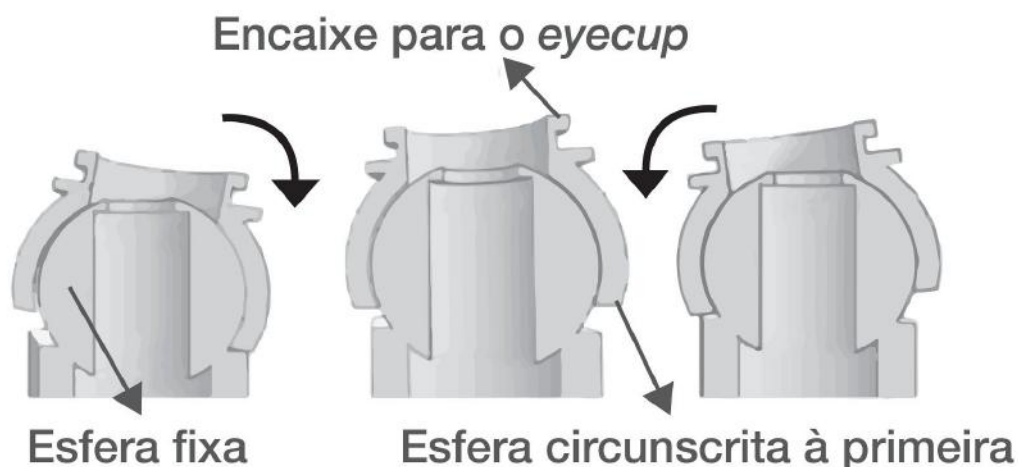


Fonte: Elaborado pela autora.

A solução encontrada foi a de acrescentar à extremidade do produto que se localiza próximo ao olho do usuário, uma esfera fixa que serve como suporte para a rotação de uma segunda esfera circunscrita à primeira, e que, esta sim, será posicionada sobre o olho do usuário com o auxílio de um eyecup (Figura 54). O eyecup tem a dupla função de auxiliar no correto posicionamento do produto e de proteger o olho do usuário.. O *eyecup* projetado será similar ao modelo H-EYEC22G utilizado nas câmeras da canon. Eles poderam ser vendidos

separadamente, pois, caso um estrague a pessoa teria a possibilidade de comprar outro e ela mesma realizar a troca.

Figura 54 - Esquema de movimentação do eyecup.



Fonte: Elaborado pela autora.

3.3.4 Eyecup

Para melhor conforto do paciente é necessário que o retinógrafo encoste ao redor do olho sem agredir a região. Normalmente o *eyecup* utilizado em microscópios e máquinas fotográficas são bem interessantes para serem implementados nos retinógrafos na forma portátil, já que o apoio de queixo é inviável. Foram analisados diversos tipos de *eyecup* de microscópio e máquinas fotográficas onde foi possível observar as possibilidades de projeto desse componente.

O primeiro foi o *Hoodeye Eyecup* (figura 55) que se encaixa em alguns modelos de câmeras da sony. Ele foi projetado para vedar a luz na hora de fotografar. Se mostra confortável, pois, se ajusta ao redor do olho. Feito de silício hipoalergênico¹⁶ para evitar irritações na pele. Custa em média 24 dólares.

¹⁶ silício hipoalergênico: Material que causa menos reações alérgicas.

Figura 55 - Hoodeye Eyecup.



Fonte: videoguys.com.au

O segundo modelo analisado foi o H-EYEC22G, que tem duas versões, uma para Canon e outra para Nikon. Não agride a pele, pois, é feito de borracha TPU, que é um material macio. Tem boa vedação da luz. Suas bordas arredondadas dão mais conforto ao usuário. O formato oval se adequa melhor aos olhos. Além disso, a ocular é rotativa a 360°, podendo ser ajustada para a visualização horizontal ou vertical. Custa em média 24 dólares.

Figura 56 - Eyecup H-EYEC22G.



Fonte: nexcraft.co

Já o terceiro foi o modelo G-Cup EVF, que pode ser encaixado em alguns modelos de câmeras da Sony. Também serve para vedar a luz, mas, seu formato circular não permite um bom encaixe ao redor dos olhos como os outros já mencionados. Custa e média 29 dólares.

Figura 57 - Eyecup G-Cup EVF.



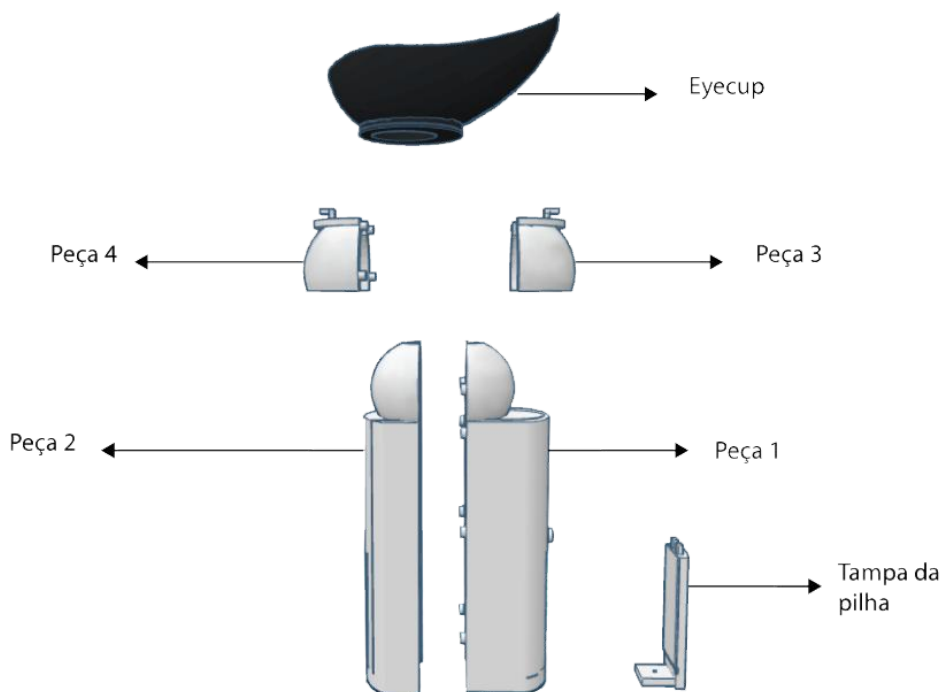
Fonte: gistgear.com

3.4. Desenvolvimento

Após gerar alternativas, fazer testes e selecionar a melhor opção o produto começou a ser desenvolvido considerando que existe a limitação dos componentes internos que formam um cilindro (Figura 37). Outro ponto muito importante que deve ser lembrado é a necessidade de realizar movimentos para fotografar a periferia. O retinógrafo projetado para ser impresso em 3D e servir de modelo para a apresentação do conceito do produto é composto por 7 peças sendo a peça 1 a mais complexa onde se encaixa o LED, os fios, o resistor, a pilha, o espelho e os ímãs. A peça 1 se encaixa com a peça 2, onde juntas seguram a lente. As peças 3 e 4 se encaixam ao redor da esfera formada pelas peças 1 e 2, possibilitando sua livre movimentação. O eyecup é, por sua vez, fixado na extremidade do conjunto formado pelas peças 3 e 4. A tampa da pilha é encaixada na peça 1 e o botão de

ligar o produto é localizado na peça 1 em cima do local onde é colocada a pilha (Figura 58).

Figura 58 - Elementos do produto.



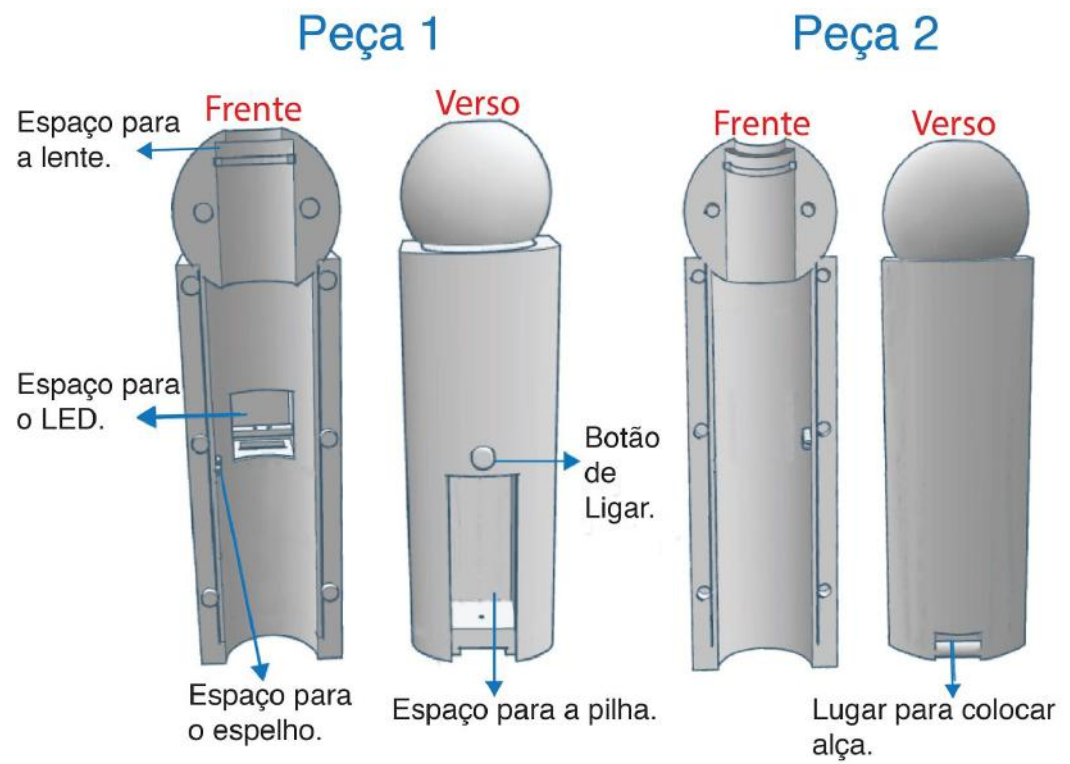
Fonte: Elaborado pela autora.

3.4.1 Corpo

Como foi dito anteriormente a peça 1 e 2 se encaixam segurando a lente. O LED, a pilha, o vidro, o resistor e os ímãs ficam na peça 1. O LED é posicionado na forma correta, o que se torna possível jogar a luz para o vidro onde o mesmo realiza a reflexão. Isso mantém o cilindro com os seus componentes necessários para fotografar a retina em seus devidos lugares. A figura 59 mostra o esquema das peças 1 e 2 projetadas e impressas em 3D para servir como modelo de apresentação do conceito do produto. A tampa da pilha é encaixada na peça 1 (Figura 60). Na peça 1 existe um botão para ligar o aparelho, ele é programado para desligar sozinho após 2 mim, tempo necessário para realizar todas as fotos. Este tempo é baseado na duração de um exame de mapeamento de retina onde o

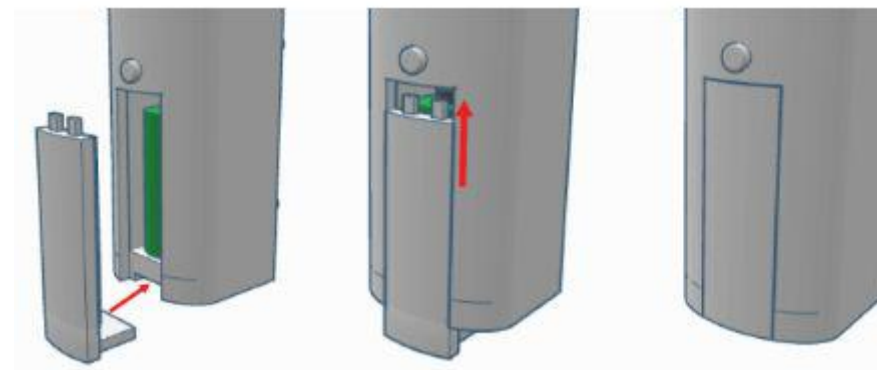
médico analisa toda a periferia do olho. Caso o paciente não consiga realizar todas as fotos em 2 mm ele poderá ligar o aparelho novamente.

Figura 59 - Corpo.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 60 - Tapa da pilha.



Fonte: Elaborado pela autora.

3.4.2 Acoplamento ao celular

Para fixação do retinógrafo no celular será utilizada uma placa de plástico com quatro ímãs. Essa placa será colada no celular com fita adesiva dupla face Fixa Forte 12mm x 2m Scotch 3M BT .

Para que os ímãs que ficaram fixados no celular não afetem os objetos pessoais do usuário foi pensando em criar uma capa para a placa que ficará colada no celular. Essa capa será feita com ímã de neodímio despolarizado onde ele sofrerá polarização apenas de um dos lados. Isso irá impedir que o ímã danifique objetos, como os cartões de crédito. Caso o usuário não queira ficar com a placa colada o tempo todo no celular recomenda-se cola-la em uma capa para celular. A figura 61 mostra a ilustração do que foi dito.

Figura 61 - Placa.



Fonte: Elaborado pela autora.

3.5. Ímãs

Devido ao fato da placa e do retinógrafo serem fixados por ímãs que entram em contato com o celular, é importante verificar se os ímãs podem causar danos a equipamentos eletrônicos, influenciando na bússola, bateria, memória, câmera ou sinal de telefone. No entanto, existem no mercado acessórios para smartphones

com ímãs e suportes magnéticos para celulares. Esses questionamentos aparecem porque, os discos rígidos (HDDs)¹⁷ eram lidos e escritos por um braço com uma ponta magnética, que magnetiza precisamente as partículas ferrosas para que elas pudessem apontar para cima ou para baixo com o objetivo de codificar os dados. Por esse motivo era importante deixar os ímãs longe do computador. Atualmente, os celulares não usam magnetismo para gravar os dados, os ímãs não os afetam, como afetam os discos rígidos. Os cartões SD e os chips do celular também não são afetados.

A Tela do celular não é afetada, porque são LCDs. No LCD os cristais líquidos se movem através de uma corrente elétrica que cobre ou descobre os pixels e assim não são afetadas por ímãs.

As Bússolas Elétricas têm um pequeno magnetômetro de três eixos, que indica as direções cardeais. Esses sensores podem ser alterados por campos magnéticos muito fortes, como os grandes ímãs de ferradura, mas um ímã pequeno normalmente não afeta as bússolas. A maioria dos magnetômetros estão localizados na parte superior do telefone. Como o retinógrafo é preso na parte superior do celular é recomendado que a placa que é colada no celular para fixar o retinógrafo seja colada em uma capa de celular lisa. Quando os ímãs da placa que é colada no celular se encontram com os ímãs do retinógrafo o campo magnético se fecha entre eles não afetando o celular, e quando o equipamento não estiver acoplado é recomendado a retirada da capa de celular onde foi colado os ímãs.

O GPS funciona independentemente da bússola elétrica. Eles São movidos por sinais de uma rede de satélites. Por esse motivo que o GPS é conhecidos por ser preciso e não influenciado por magnetismo (Heath, imagnet, 2014).

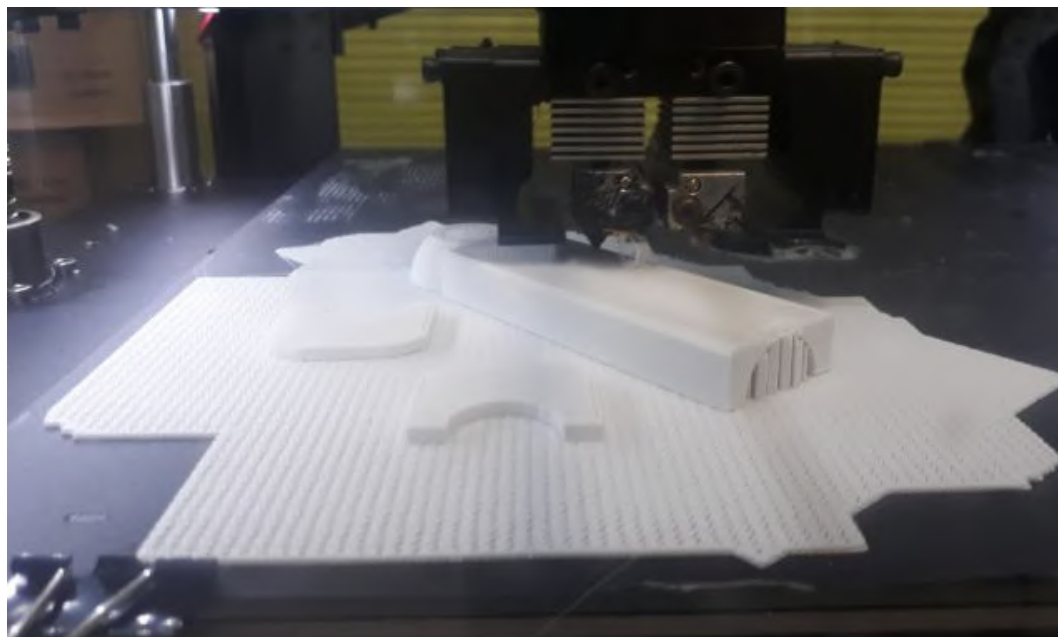
3.6. Modelo

O modelo do retinógrafo foi impresso em ABS no LIF, Laboratório de instrumentação e fotônica. O objetivo da autora é fazer com que o modelo vire um

¹⁷Hard Disc Drive: É um componente de hardware do computador. Sua utilidade é o armazenamento de dados.

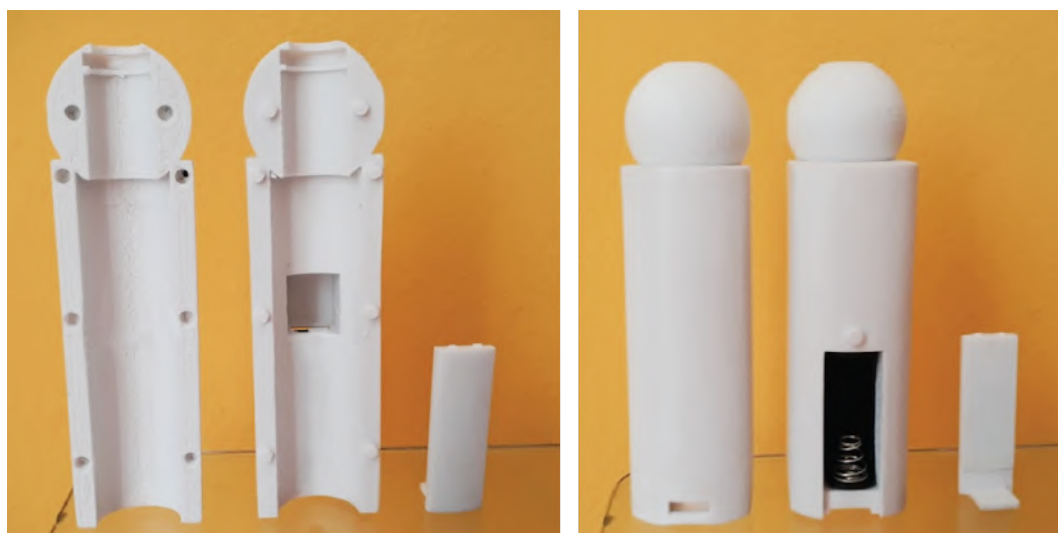
protótipo. Foi colocado o espelho, a lente, o LED infravermelho, a pilha e o resistor. Feito isso foram realizados testes no laboratório. A figura 62 mostra a impressão das peças. Na figura 63 segue o corpo do retinógrafo dividido em 2 partes e a tampa da pilha, onde é mostrado a parte interna e externa. Na figura 64 vemos as peças de articulação do *eyecup* e na figura 65 é mostrada a peça que serve para fixar o retinógrafo.

Figura 62 - Impressão do modelo.



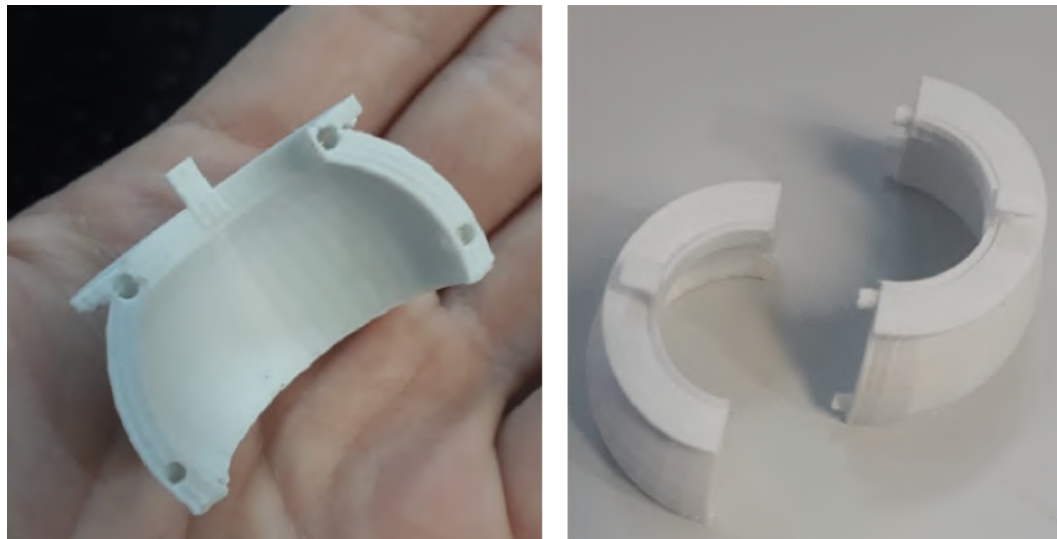
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 63 - Modelo impresso.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 64 - Modelo impresso.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 65 - Placa impressa.



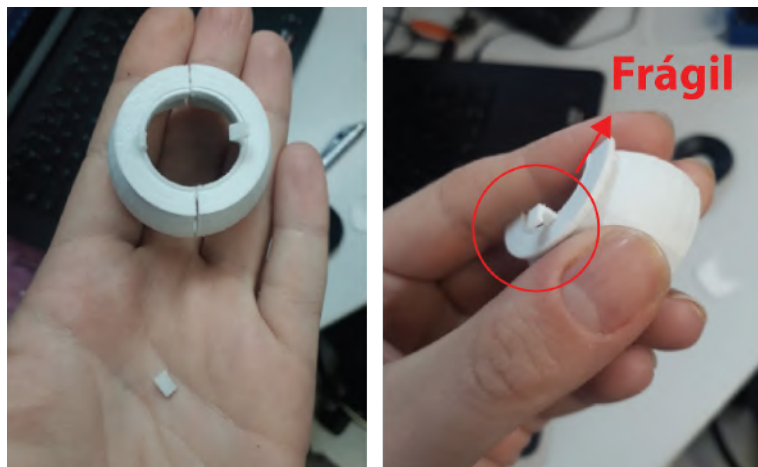
Fonte: Elaborado pela autora.

3.7. Testes

Alguns testes foram realizados após a impressão das peças. Os encaixes foram testados assim como a resistência das peças. Ao colocar o *eyecup* observamos que o encaixe projetado para tal função não estava resistindo o que fez ele quebrar durante o teste (Figura 66). Se fez necessário o redesenho das peças 3 e 4 que seguram o *eyecup* (Figura 67). A nova peça projetada além de ter o encaixe para o

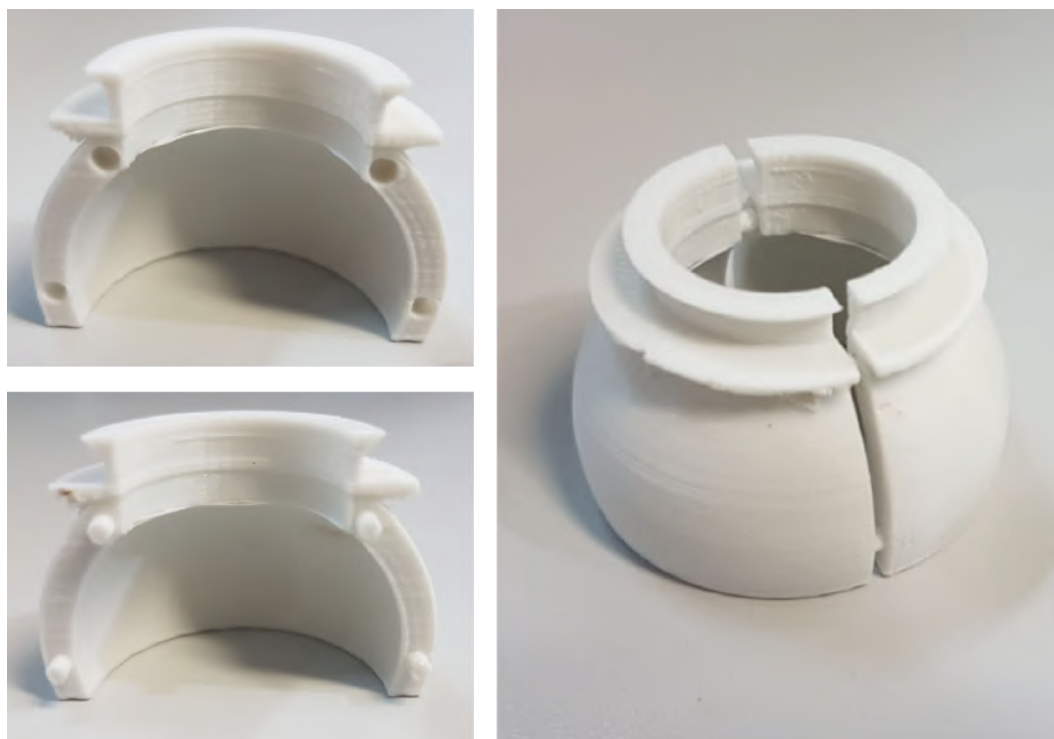
eyecup mais resistente também se mostra mais segura para olhos por se totalmente arredonda.

Figura 66 - Impressão quebrada.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 67 - Nova peça.

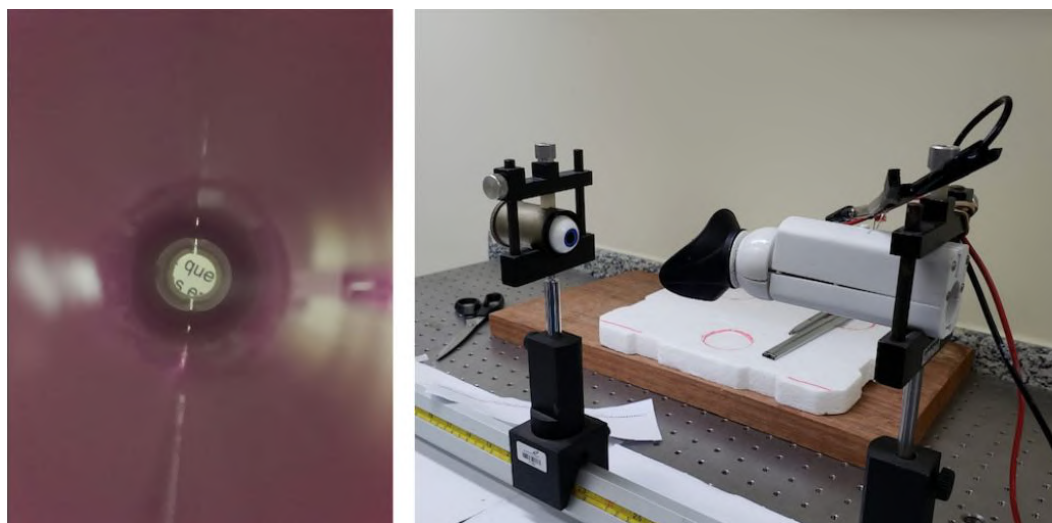


Fonte: Elaborado pela autora.

Após imprimir e montar o retinógrafo foram realizados outros tipos de testes a fim de testar a eficiência do LED para iluminação da retina (Figura 68). Os testes realizados no laboratório mostraram que a luz deve ser mais forte e a cor interna do retinógrafo deve ser preta para que as paredes internas do aparelho não reflitam

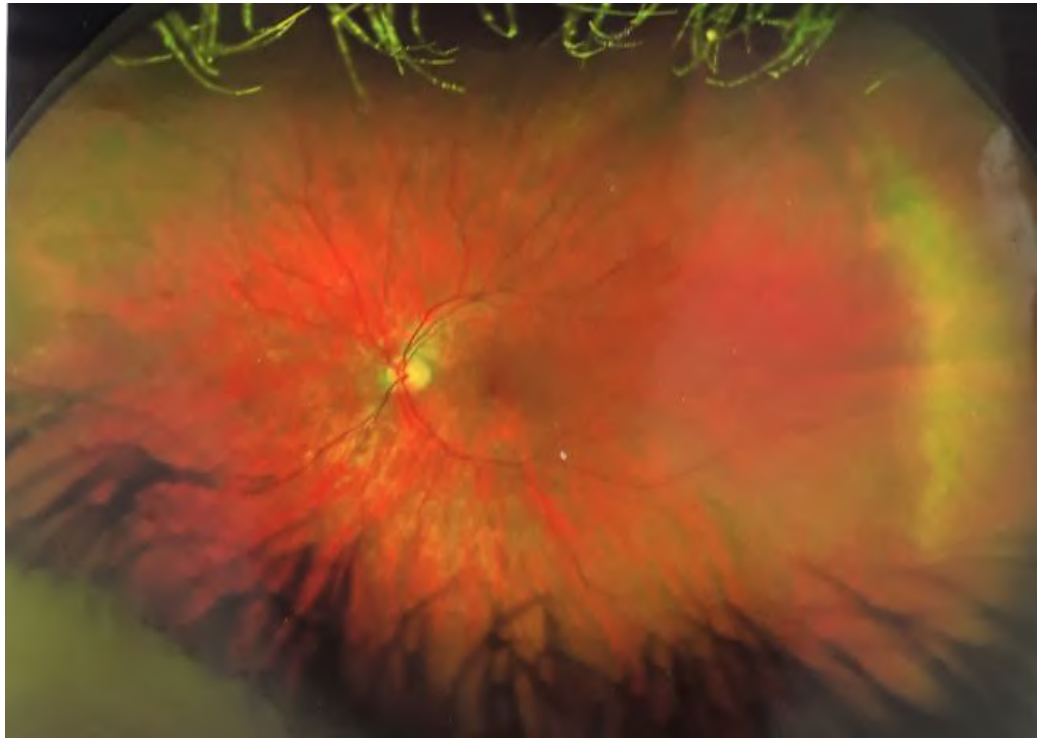
a luz e sobressaiam na fotografia (Figura 68). Tendo em vista a necessidade de um olho anatômico para testes, uma vez que a autora não tem permissão para testar o protótipo em olho humano, pois ainda não obteve aprovação do conselho de ética. Buscou-se uma forma de conseguir um olho com dimensões reais e que houvesse a retina no fundo. Os acessos aos laboratórios médicos da UFRJ estavam muito restritos e comprar um modelo de olho com dimensões reais sairia muito caro, então foi modelado um olho com tamanho real, impresso em 3D e depois colada uma imagem de retina no fundo. A retina colada foi a própria retina da autora (Figura 69) que reduziu a imagem do seu exame e planificou para ser colocada ao fundo do olho. A modelagem foi feita de forma que a estrutura ocular não fosse perdida, mas a parte traseira externa do olho ficou plana para o apoio. Nesse apoio foi colocado uma manta de ímã e feito um suporte metálico para dar mais estabilidade (imagem 71). Após a impressão e a colagem da retina no fundo, foi feito o acabamento.

Figura 68 - Testes.



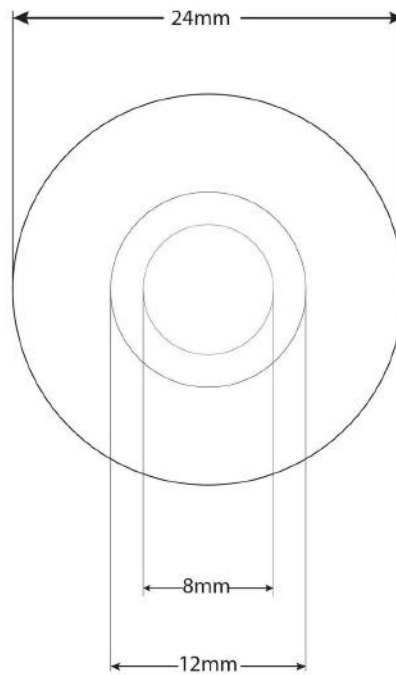
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 69 - Foto da retina da autora.



Fonte: Instituto brasileiro de oftalmologia.

Figura 70 - Medidas do olho humano.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 71 - Fotos do olho e suporte confeccionado pela autora.



Fonte: Elaborado pela autora.

3.8. Modelo Final

Na figura 72 e 73 é mostrado o modelo final impresso em 3D para apresentação do conceito do produto após ser montado com todos os componentes e receber o devido acabamento. Foram realizados testes de usabilidade do produto, onde se realizou as movimentações necessárias para fotografar a periferia da retina (Figura 74). Foi observado que a movimentação do retinógrafo utilizando o esquema da junta esférica foi bem sucedido, pois, é bem fácil de movimentar e cumpre o objetivo de formar uma imagem panorâmica. Os imãs mostram uma boa fixação mesmo com o peso dos componentes. O eyecup de silicone é bem confortável mesmo na hora de realizar as movimentações.

Figura 72 - Modelo



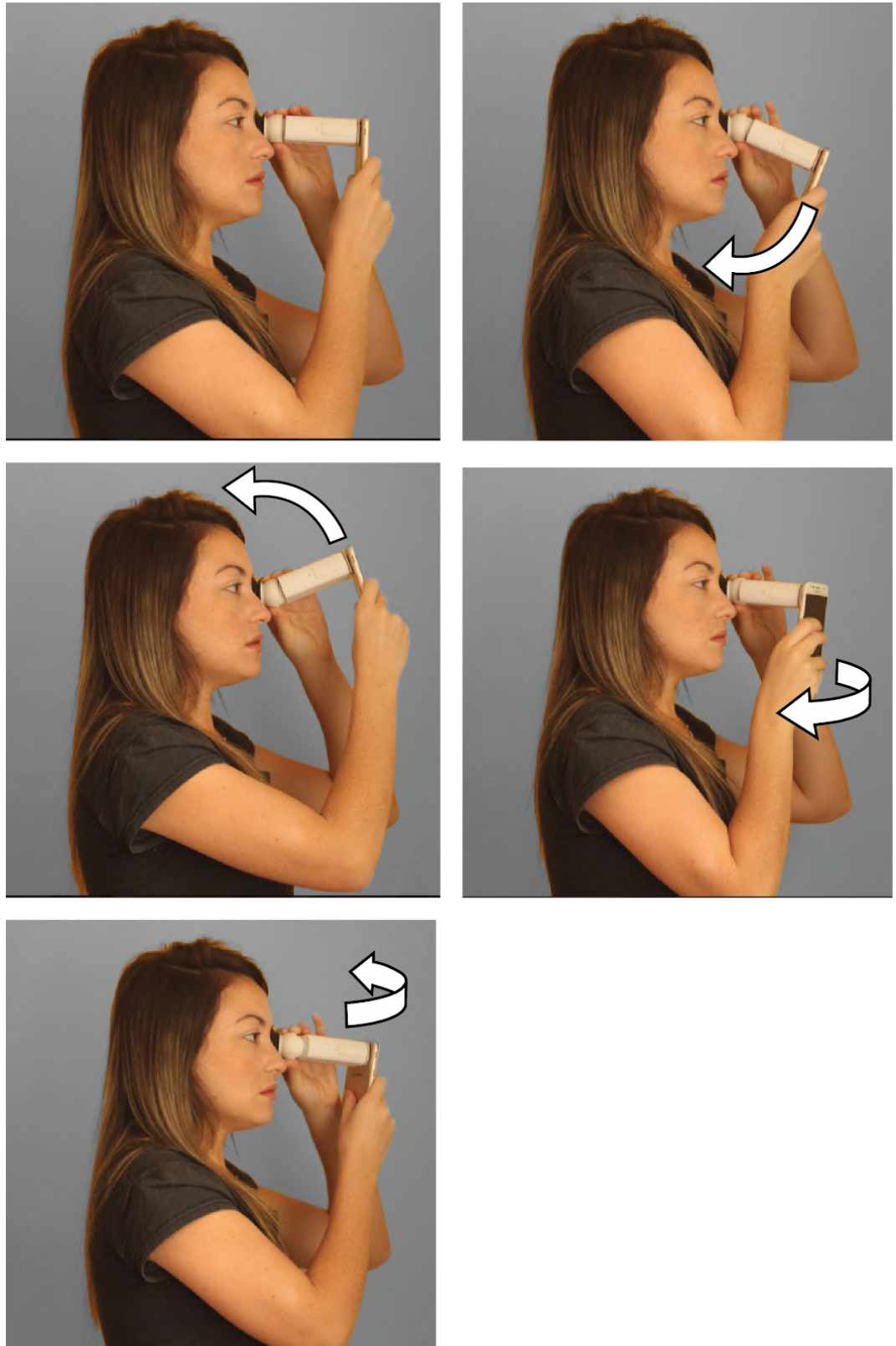
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 73 - Modelo



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 74 - uso



Fonte: Elaborado pela autora.

O aparelho é fácil de usar, o usuário, ao comprá-lo, deve colar a placa de plástico com os quatro ímãs em uma capa para celular de sua preferência com superfície lisa (sem textura). Se for colocada direto no celular algumas funções como a bússola poderão não funcionar corretamente. Para utilizar o aparelho o usuário deve acoplá-lo no celular juntando os ímãs do retinógrafo com os da placa, como vemos na Figura 75(a). Feito isso deve ligar o retinógrafo e disparar o botão do celular, como mostra a Figura 75(b) e 75(c). Feito isso o usuário deve realizar as movimentações como mostra a figura 74. Tais movimentações irão compor a imagem panorâmica da retina. É recomendado que o aparelho seja utilizado em ambiente escuro para que assim a pupila possa ser dilatada naturalmente possibilitando a realização do exame.

Figura 75 - uso



Fonte: Elaborado pela autora.

CAPÍTULO 4 – DETALHAMENTO GRÁFICO E TÉCNICO

4.1. Materiais e métodos de fabricação

Para analisar a melhor forma de fabricação em grande escala do produto a autora procurou o Professor Ronaldo Fazanelli. Foi discutido sobre os possíveis métodos de fabricação deste produto onde se chegou à conclusão que para a fabricação em série o mais indicado seria a injeção de termoplástico. Um polímero adequado poderia ser o ABS pois, é resistente a impactos e possui uma leve flexibilidade que é boa para peças que precisam de encaixe. O eyecup é um elemento comercial disponível no mercado, sendo um modelo adequado um similar ao modelo H-EYEC22G da Canon.

4.2 Análise de custo

Para realizar a análise de custos desse projeto foi realizada uma comparação dele com outro produto similar ao retinógrafo. O produto comparado foi o microscópio universal USB, PCE-MM 200 (Figura 76) que utiliza uma lente de grande precisão, e 8 LEDs brancos. Seu valor gira em torno de R\$ 70 reais. Devemos acrescentar o valor do vidro que reflete o LED que não é utilizado no microscópio. Após fazer o orçamento na vidraçaria Cristal situada em Barra Mansa, interior do estado do Rio de Janeiro, foi obtido o valor de R\$ 2,00 a unidade do vidro de 2 cm de diâmetro comprado em grandes quantidades.

A Partir disso podemos dizer que o retinógrafo deve ter o valor máximo em torno de R\$ 80,00. O que significa que adquiri-lo é mais barato do que realizar uma consulta que gira em torno de R\$ 200,00. Seis retinógrafos portáteis equivalem ao valor de 1 retinografia que giram em torno de R\$ 500,00. Ou seja, o retinógrafo projetado pode trazer grande economia fazendo o usuário gastar menos com consultas e exames.

Figura 76 - Microscópio universal USB, PCE-MM 200.



Fonte: solostocks.pt

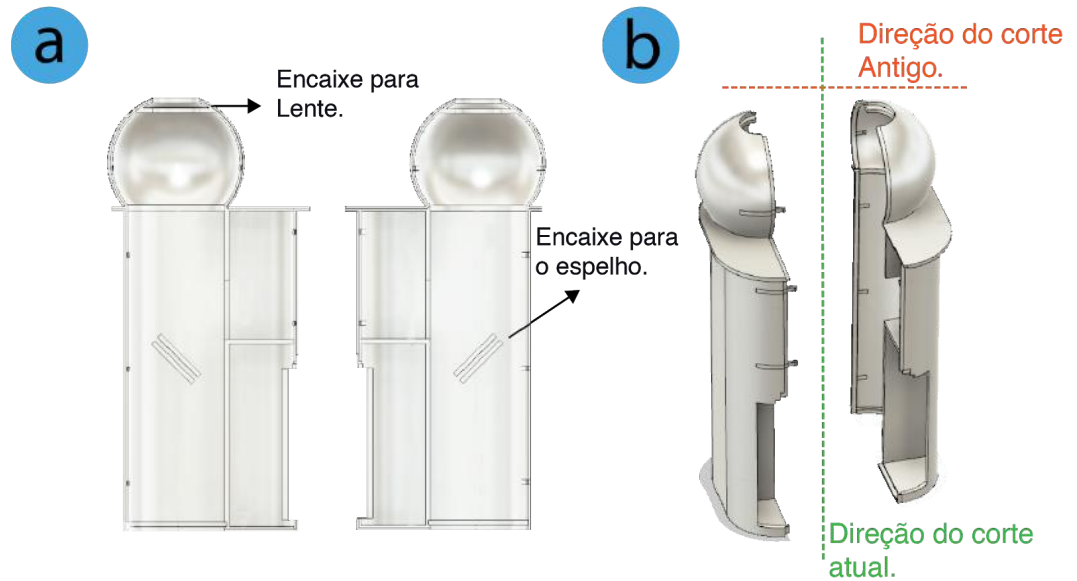
4.3. Fabricação.

Para que se torne viável a fabricação do produto em injeção de plástico se fez necessário redesenhar o modelo projetado para impressão 3D. As principais modificações foram a espessura da parede, a tampa da pilha e o encaixe das partes do retinógrafo.

As paredes do retinógrafo passaram a medir 1 mm como mostra a Figura 77(a). Essa medida é uma exigência do método de fabricação, pois, paredes grossas podem provocar distorção na peça além de ter seu custo mais elevado. O ideal é que a espessura das paredes sejam as menores possíveis.

O corpo do retinógrafo passou a ser dividido de outra forma como mostra a Figura 77(b). Essa nova divisão foi necessária para que o encaixe do espelho não atrapalhe na hora de extrair a peça do molde.

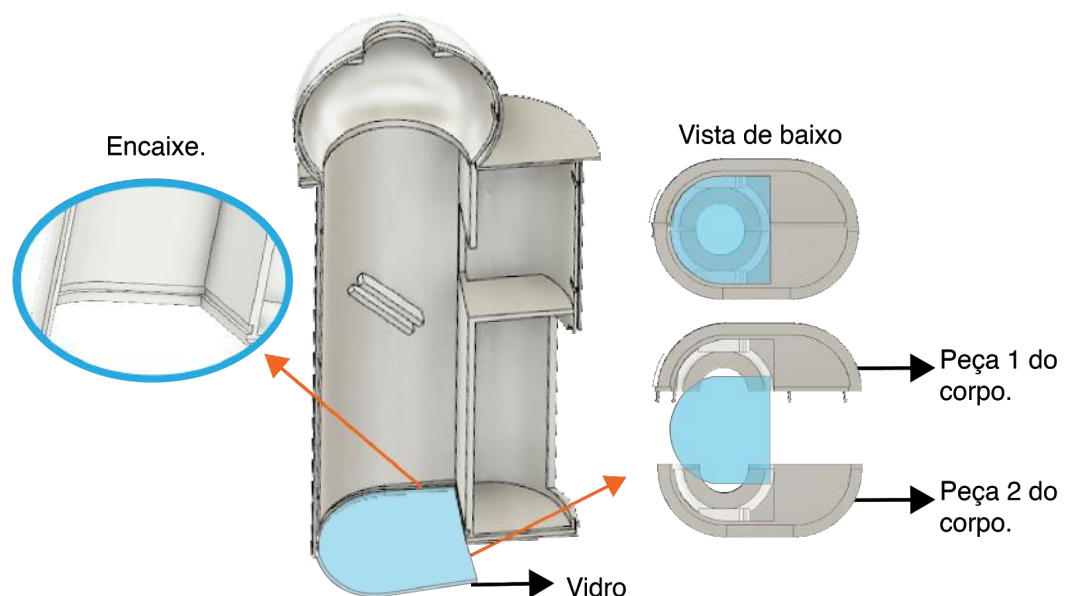
Figura 77 - Modelo para fabricação.



Fonte: Elaborado pela autora.

Foi acrescentado ao produto um vidro na extremidade do retinógrafo que antes se encontrava aberta. O objetivo é impedir a entrada de poeira, o que pode sujar a lente e o espelho atrapalhando os exames. O vidro será preso através de um encaixe nas peças que formam o corpo do produto (Figura 78).

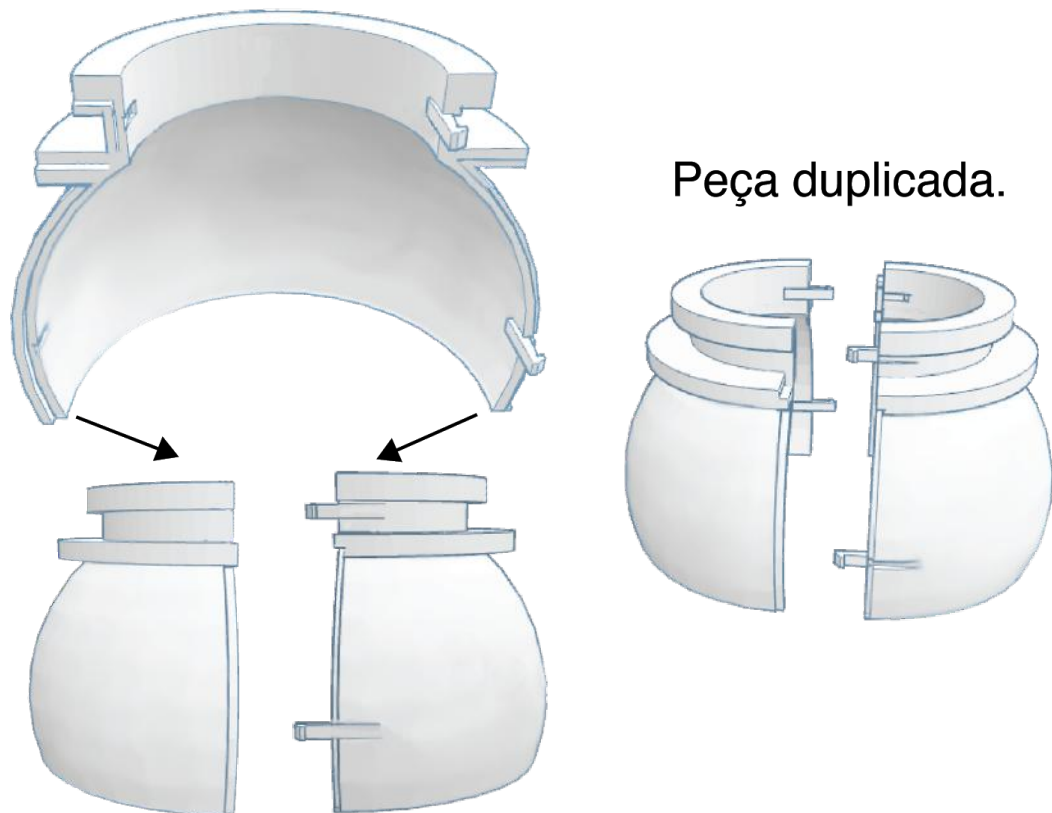
Figura 78 - Encaixe vidro.



Fonte: Elaborado pela autora.

As duas peças que formam a junta esférica são iguais. O que possibilita ter apenas um molde. Isso gera grande economia na fabricação do produto já que no processo de injeção de plástico o que sai mais caro é o molde (Figura 79).

Figura 79 - Junta esférica.



Fonte: Elaborado pela autora.

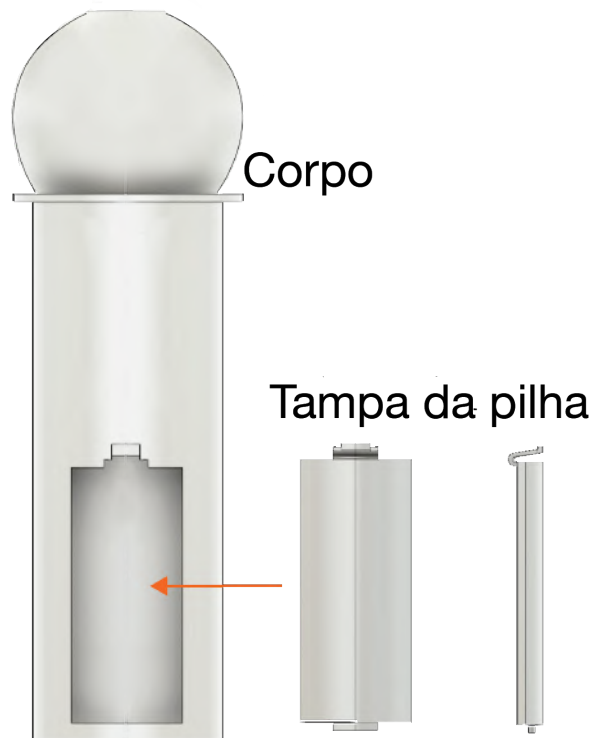
Como o corte do corpo mudou de posição o botão de ligar teve que mudar de lugar indo para a lateral do produto (Figura 80). A tampa da pilha é encaixada no corpo (Figura 81), o que possibilita o usuário trocar a pilha do retinógrafo, com facilidade, sempre que necessário.

Figura 80 - Botão.



Fonte: Elaborado pela autora.

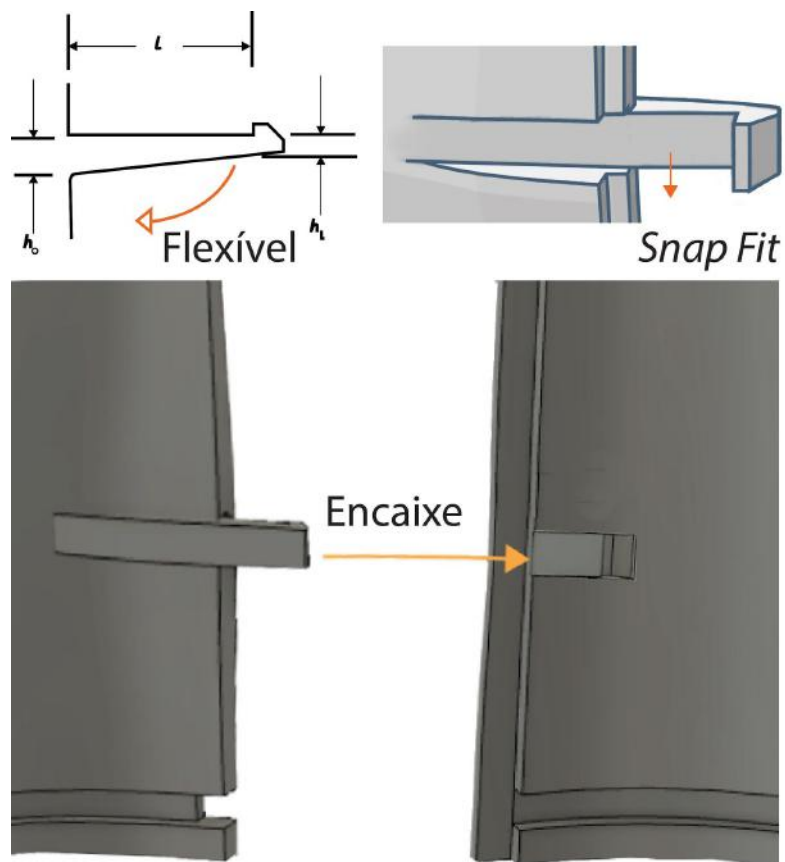
Figura 81 - Tampa da pilha.



Fonte: Elaborado pela autora.

O encaixe escolhido para encaixar todas as peças do retinógrafo foi o snap fit. Ele foi a melhor solução encontrada para manter todas as peças unidas sem precisar colar. O Snap fit deve ter suas proporções exatas para garantir o encaixe sem quebra. Ele deve ser feito de forma que suas medidas o torne flexível para conseguir entrar na outra peça. Na figura 82 é mostrado o encaixe do retinógrafo.

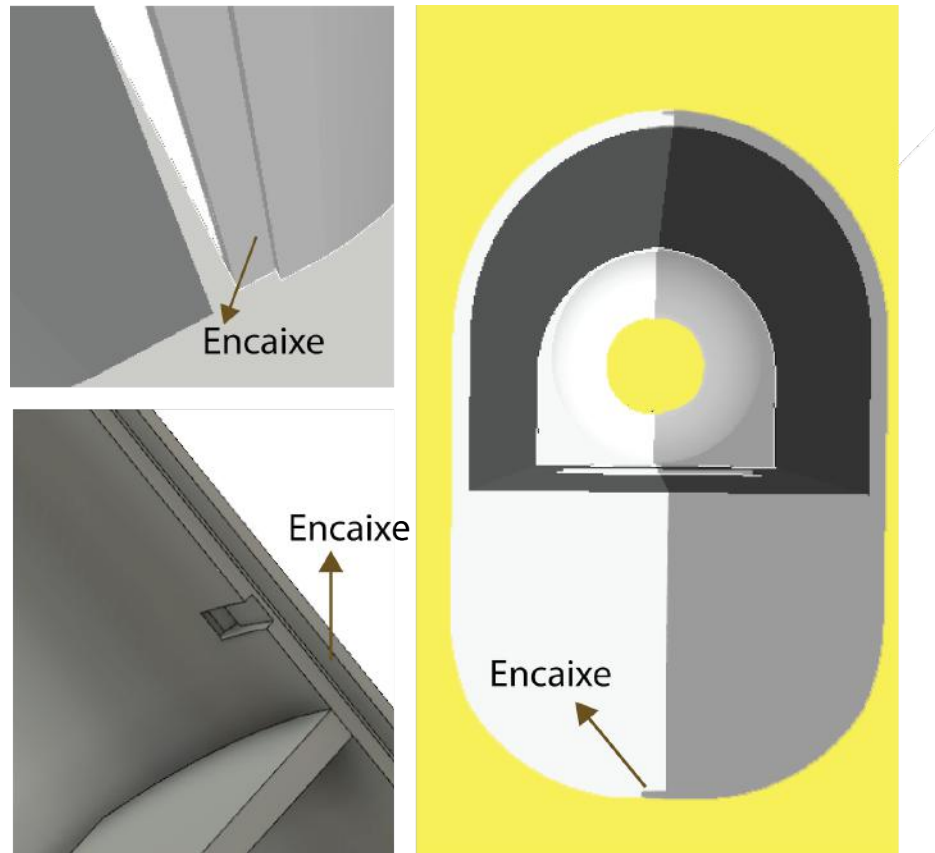
Figura 82 - Encaixe Snap fit.



Fonte: Elaborado pela autora.

Outro tipo de encaixe foi utilizado para dar acabamento e para não deixar entrar poeira no retinógrafo evitando que o espelho e a lente fiquem sujos (Figura 83).

Figura 83 - Encaixe.



Fonte: Elaborado pela autora

4.4. O produto

O produto final tem as menores dimensões possíveis para que seja leve, de fácil transporte e de fácil manipulação. Suas dimensões, materiais e método de fabricação foram pensados de forma que o produto final tivesse um baixo custo para o consumidor. O resultado segue na ilustração da figura 84.

Figura 84 - Modelo final.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.5. Cores

Para deixar o retinógrafo com uma aparência agradável de forma que o mesmo não remeta sempre a enfermidade do paciente, foi pensando em deixar o próprio usuário escolher a cor que deseja para o seu aparelho (Figura 85). Se o usuário for uma criança, os pais poderão optar por comprar um aparelho personalizado com o desenho que o filho mais gosta (Figura 86). Isso faz com que o exame faça parte do cotidiano de forma suave, onde o paciente usaria o retinógrafo da mesma forma que utiliza outros aparelhos. O objetivo é não criar um estranhamento com o usuário.

Figura 85 - Opções de cores.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 86 - Opções infantis.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.6. Nome do produto

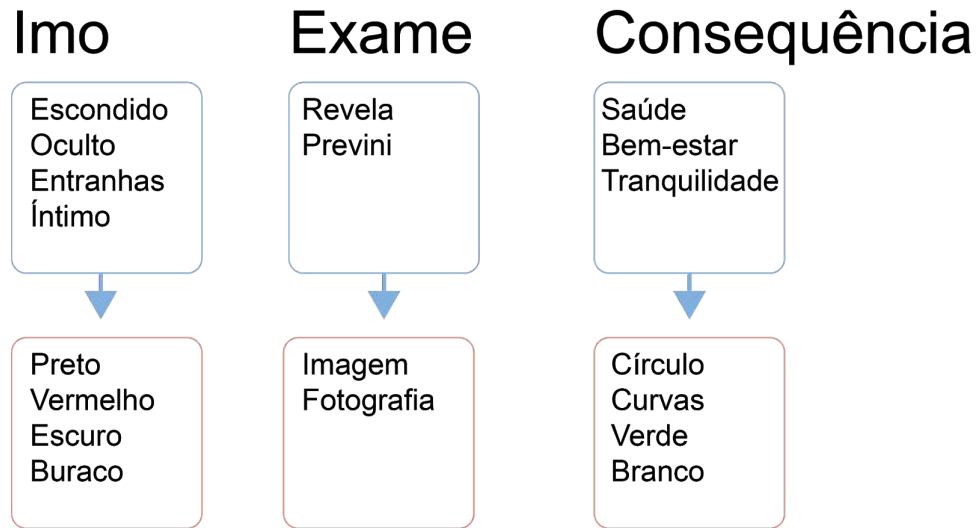
Imo foi o nome escolhido pela autora por expressar o íntimo, o profundo; interno, recôndito. Quando se pensa em fotografar a retina é como se fosse externar algo que não pode ser visto. É como ver suas entranhas, o seu interior.

4.7. Logo

Para a logo foi desejado que ela remetesse a saúde, para dar ao paciente a sensação de estar cuidando do próprio corpo e proporcionando bem-estar a si mesmo, o autoexame não é apenas um ato de saúde, mas também traz tranquilidade ao paciente ao saber que seu problema está sob controle, pois, a ausência do exame gera angústia e ansiedade. Ainda mais quando não se tem condição financeira de realizá-lo. Isso gera pavor ao paciente. Acredita-se que este aparelho gera mais conforto psicológico para o usuário que não conseguem ter uma boa assistência médico-hospitalar.

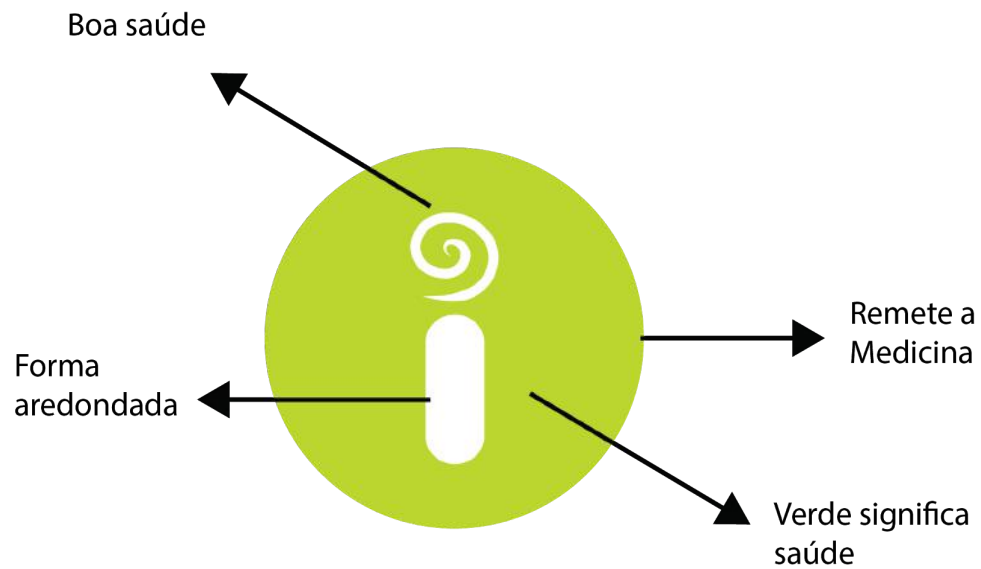
Para criação da logo foi feita uma tabela com as palavras que remetem a Imo, exame e as consequências desse exame, feito isso foi gerada novas palavras que remetem o que foi citado acima. Com isso foi possível criar uma identidade para o produto.

Figura 87 - Esquema para gerar a logo.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 88 - Logo.



Fonte: Elaborado pela autora.

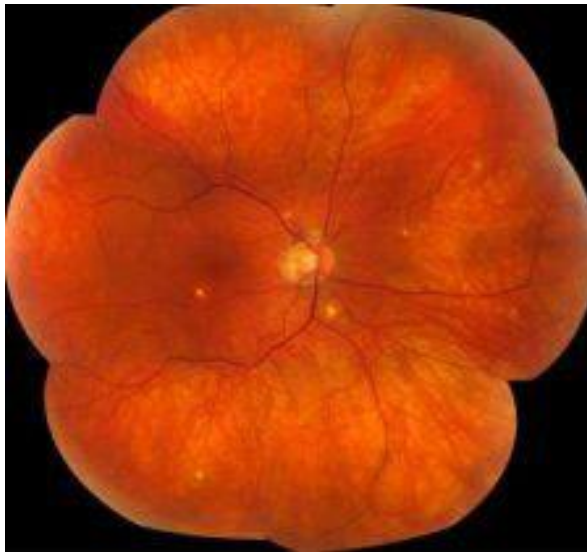
4.8. Aplicativo

Para que se torne mais fácil a comunicação do paciente com o médico é sugerido um aplicativo onde é possível fotografar a retina, criar um histórico e compartilhar diretamente com o seu médico.

Neste aplicativo também existe a opção de fazer uma comparação de imagens, ou seja, o paciente compra o aparelho faz uma primeira foto e então as próximas fotografias serão comparadas com a primeira, se houver alguma diferença entre as imagens comparadas o aplicativo dá um alerta vermelho pedindo para o usuário procurar o médico com urgência. Este aplicativo não substitui os exames presenciais, ele apenas acelera o processo de diagnóstico e tratamento.

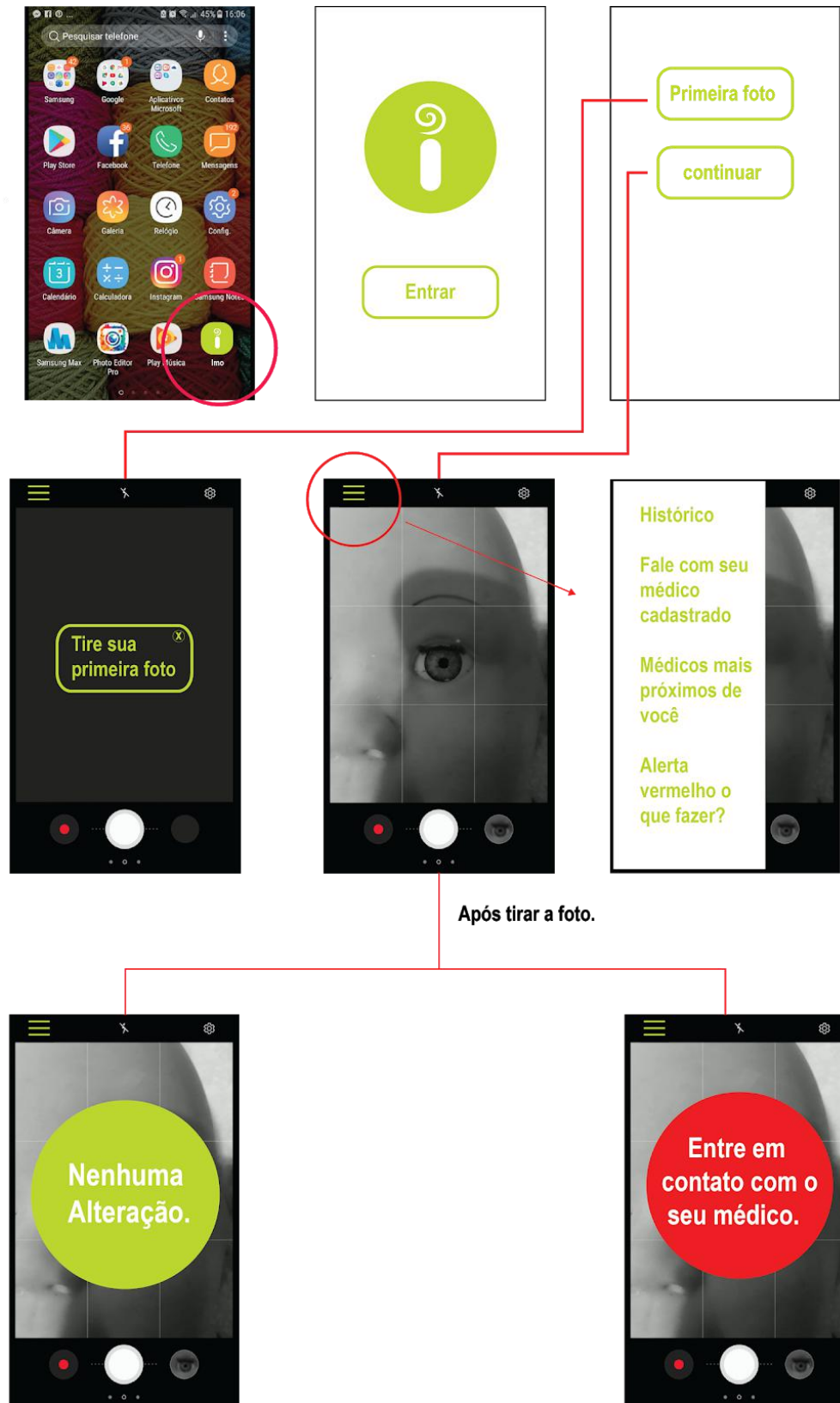
Serão tiradas 7 fotos da retina, sendo uma foto central e 6 fotos da periferia em todas as posições. A junção das fotos será feita pelo aplicativo, para ser comparada com as imagens anteriores ou para ser enviada para o médico. Na figura 89 podemos ver o resultado da junção dessas imagens.

Figura 89 - Imagem gerada pelo aplicativo.



Fonte: botelho.med.br

Figura 90 - Aplicativo.



Fonte: Elaborado pela autora.

CONCLUSÃO

Esse projeto visa viabilizar a geração de imagens retinográficas de forma acessível, fácil, simples e eficiente, para uso no diagnóstico de retinopatias, em específico o descolamento de retina. O requisito do projeto foi realizar o exame sem dilatar a pupila com colírio. Tal requisito foi cumprido através da utilização do LED infravermelho no lugar do LED luz branca. O que possibilitou a realização do exame com a dilatação natural dos olhos no escuro.

Podemos dizer que todas as oportunidades de projeto geradas após a análise de dados tiveram soluções satisfatórias dentro do prazo de um ano dado para a realização de um projeto de graduação. A oportunidade de como tornar o aparelho barato e acessível, teve sua solução através do método de fabricação e material utilizado para abaixar o seu custo final. O método utilizado foi a injeção de plástico e o material o ABS. A segunda oportunidade gerada foi como tornar o aparelho de fácil uso. As dimensões, o formato, a forma como o aparelho é anexado no celular tornaram ele de fácil uso. O usuário consegue manipulá-lo com facilidade para realizar as fotos da retina. Outra oportunidade foi como tornar as fotos panorâmicas. O mecanismo da junta esférica permite que o aparelho seja movimentado em todas as direções possibilitando a realização de imagens da periferia da retina. Para anexar o aparelho no celular foi utilizado os ímãs de neodímio que são vantajosos por permitir que o retinógrafo seja utilizado em diversos modelos de celular não se tornando obsoleto. O aparelho é de fácil transporte, pois é resistente, o que permite conseguir colocá-lo em bolsas comuns, é pequeno e leve o que ajuda na hora de transportar.

O objetivo futuro é conseguir aprovação do conselho de ética, onde será provado que o presente produto segue todas as normas de segurança e é viável para a utilização do paciente.

REFERÊNCIAS

- BAXTER, M. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. Tradução Itiro Iida. 2. Ed. Rev. São Paulo: Blucher, 2000.
- David H. Sliney and Benjamin C. Freasier. David H. Sliney and Benjamin C. Freasier, **EVALUATION OF OPTICAL RADIATION HAZARDS**, 1973.
- Hecht, E. **Óptica. Fundação Calouste Gulbenkian**, Lisboa, 1991.
- Hewitt, P. **Física Conceitual. Bookman**, Porto Alegre, 2008.
- Jorge Dias de Deus et all, **Introdução à Física** , McGraw_hill, 1992.
- KANSKI, Jack J. **Oftalmologia clínica: uma abordagem sistemática**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, c2008. x, 931 p.
- _____ **Oftalmologia clínica: uma abordagem sistemática**. 5. ed. São Paulo: Elsevier, c2004. 733 p.
- _____ **Atlas de oftalmologia clínica**. Porto Alegre: Artmed, 2002. 412 p.
- Melo, David Simões de. **Optical Design of a Retinal Image Acquisition Device for Mobile Diabetic Retinopathy Assessment**. Portugal: Lisboa, 2017.
- Meyer-Arendt, J.R. - **Introduction to Classical & Modern Optics** , Prentice Hall, 1989.
- Santos de Varge Maldonado, Jose Manuel. Barbosa Marques, Alexandre. Cruz, Antonio. **Telemedicina: desafios à sua difusão no Brasil**, Rio de janeiro, 2016.
- werneck, Marcelo. **Laser safety**, Rio de janeiro, 2018.

Department of Medical Physics, Medical School, **Eye Safety Related to Near Infrared Radiation Exposure to Biometric Devices**, Greece: Ioannina, 2011.

Fontes da Internet

Últimos acessos realizados até julho de 2018.

Olhos Freitas instituto:

<<http://www.olhosfreitas.com.br/avancos-no-tratamento-cirurgico-das-doencas-retinianas/>>. Acessado em 05/03/2018

Sociedade Brasileira de oftalmologia:

<<http://www.sboportal.org.br/links.aspx?id=7>>. Acessado em 09/12/2017

Retina pro:

<<https://retinapro.com.br/blog/moscas-volantes-o-que-sao-e-com-o-que-devo-me-preocupar/>>. Acessado em 10/11/2017

Portal são francisco:

<www.portalsaofrancisco.com.br/saude/descolamento-da-retina> Acessado em 09/10/2017

Oftalmo centro:

<<http://www.ofthalmocentrobh.com.br/cirurgias/cirurgia-de-retina>> Acessado em 04/08/2017

Portal telemedicina:

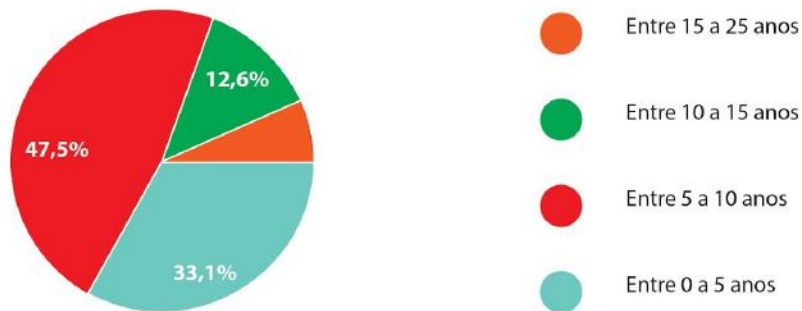
<<http://portaltelemedicina.com.br/telemedicina-o-que-e-e-como-funciona/>> Acessado em 20/03/2018

NCE UFRJ:

<<http://intervox.nce.ufrj.br/~amac/ofthalmologia.htm>>

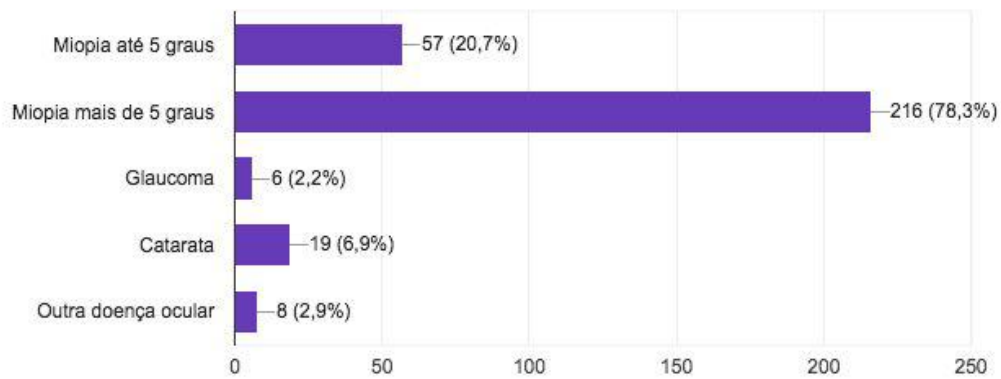
Anexo1

Com quantos anos você foi a primeira vez no oftalmologista ?

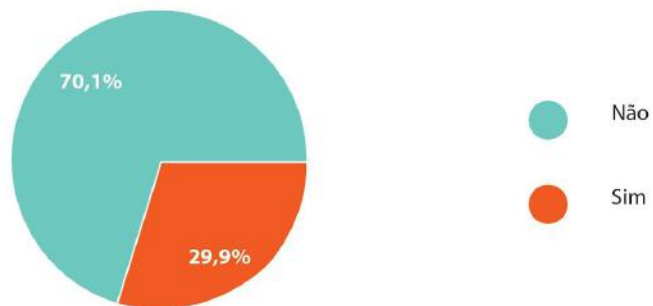


Qual o tipo de doença ou deformação você tem nos olhos ou no olho ?

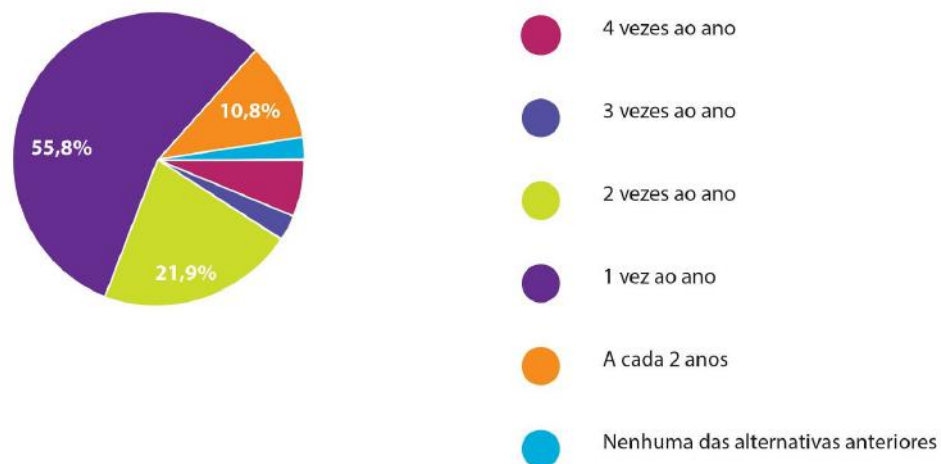
276 respostas



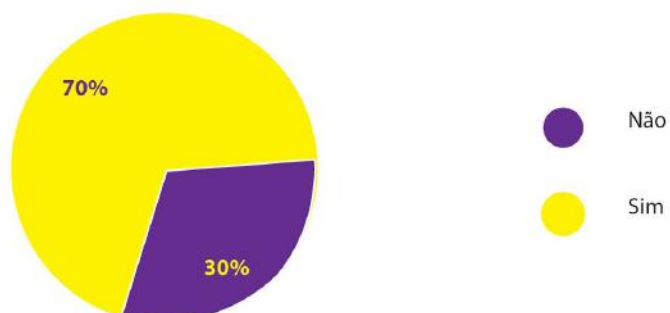
Você já teve alguma complicação médica devido a sua doença ou deformação?



Com qual frequência você visita seu oftalmologista?



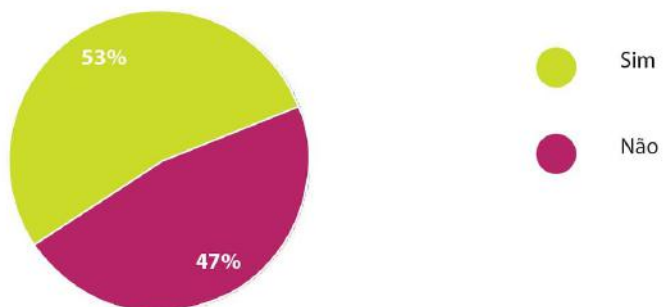
Você conseguiu tratamento em tempo hábil ?



Qual foi a forma de pagamento do tratamento definitivo?

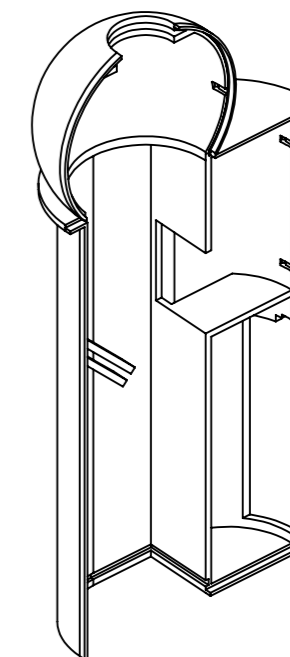
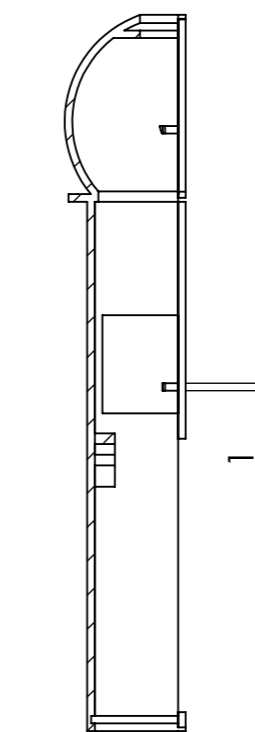
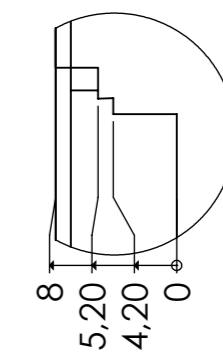
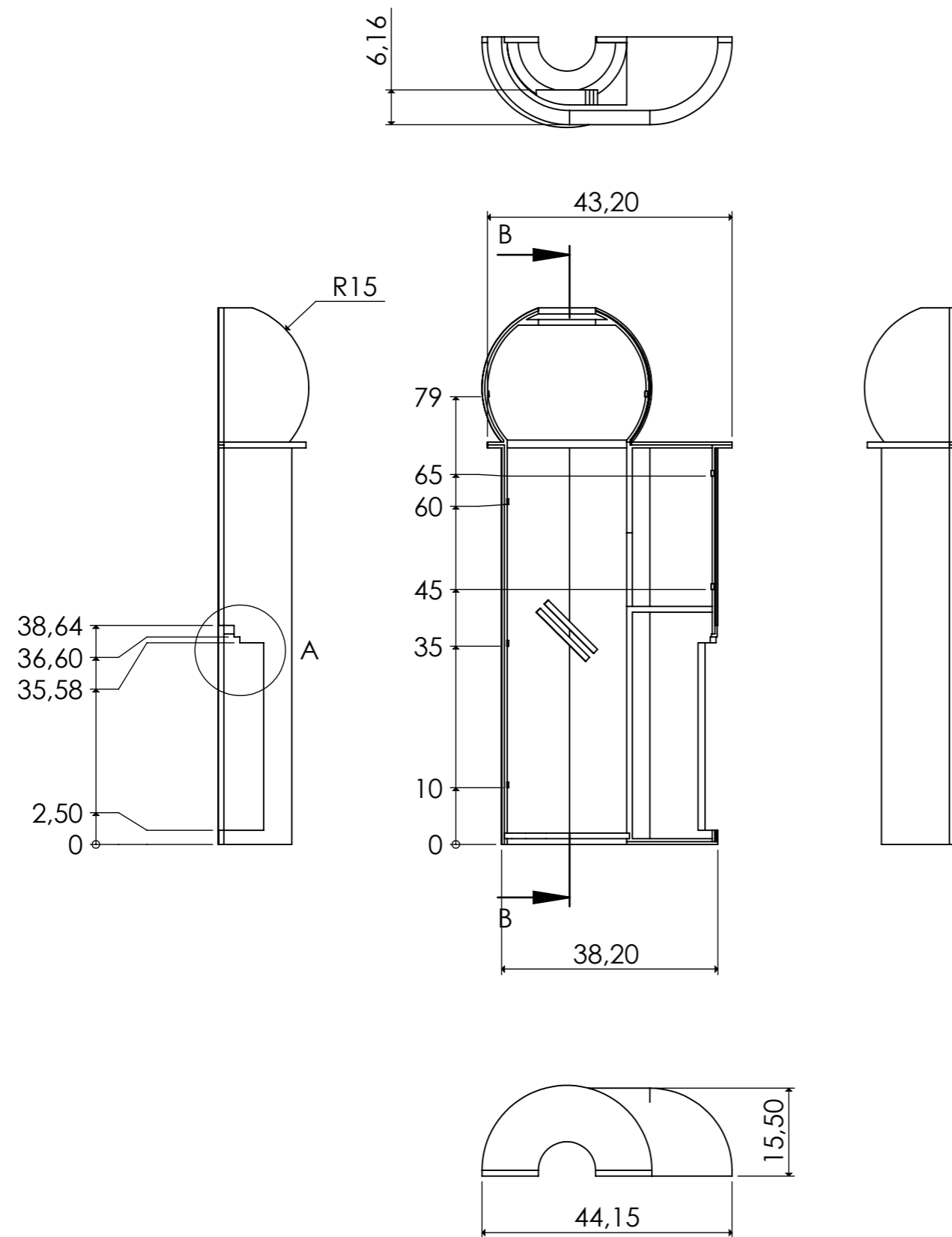


Após o tratamentor definitivo você ficou com alguma sequela ?



Anexo 2

Desenho Técnico



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - ESCOLA DE BELAS ARTES
DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL

TÍTULO:
PROJETO DE GRADUAÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL - PROJETO DE PRODUTO

SUBTÍTULO:
RETINÓGRAFO

ASSUNTO:
CORPO PRINCIPAL - B

ORIENTADOR:
ANAEL SILVA ALVES

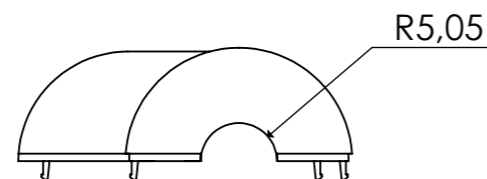
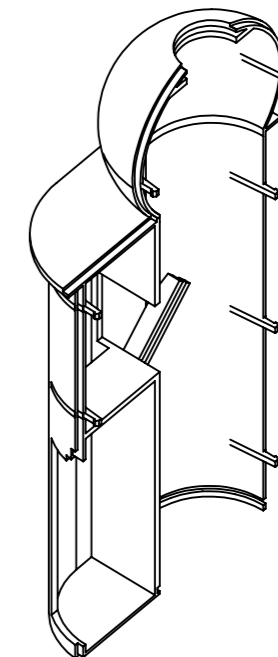
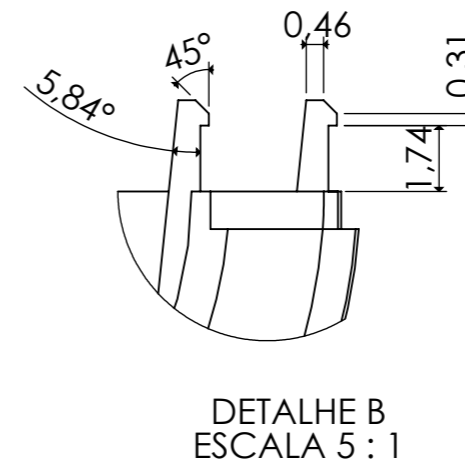
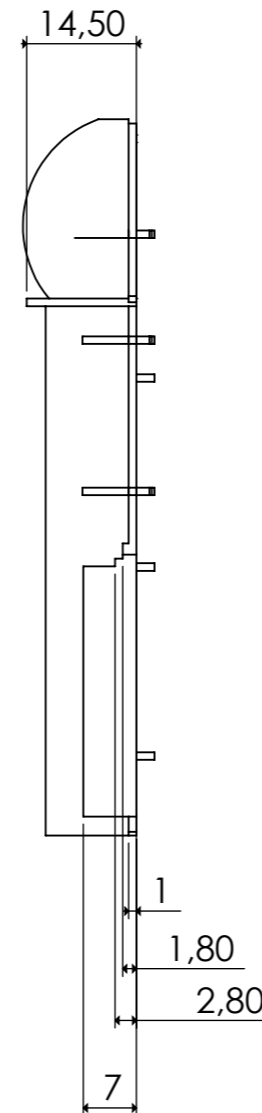
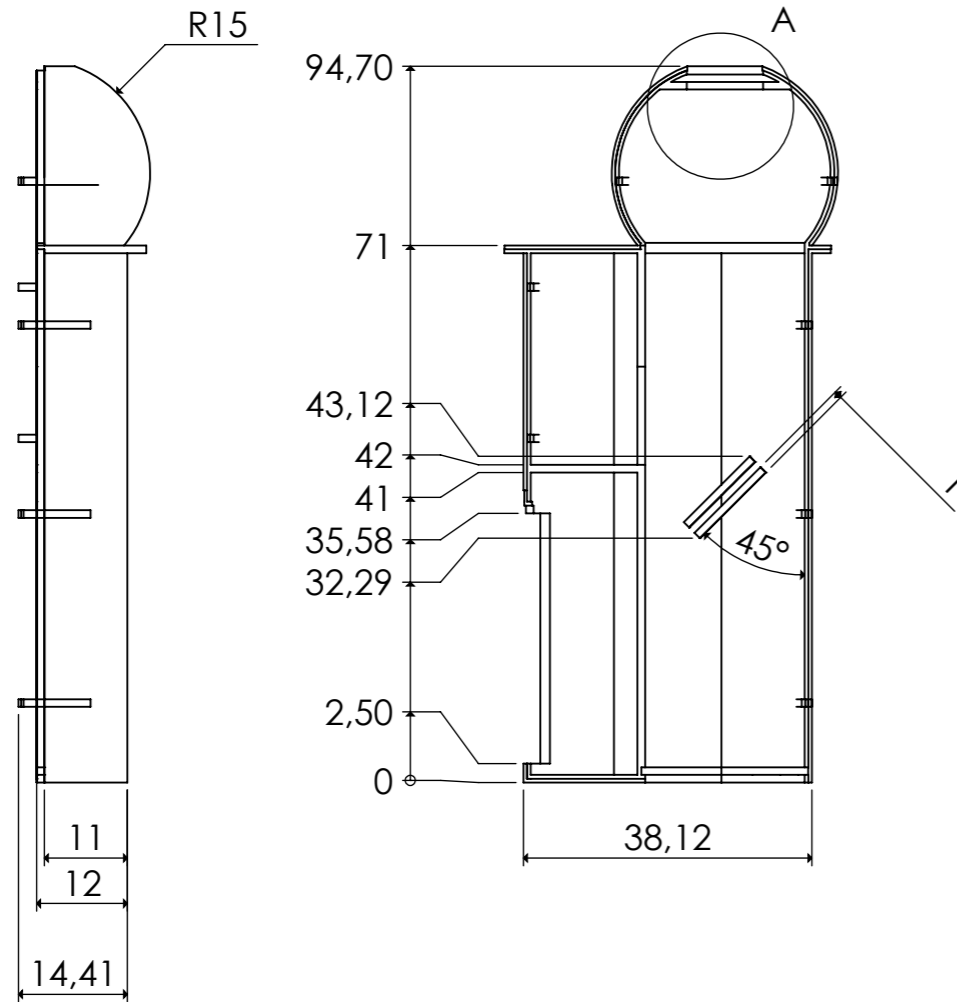
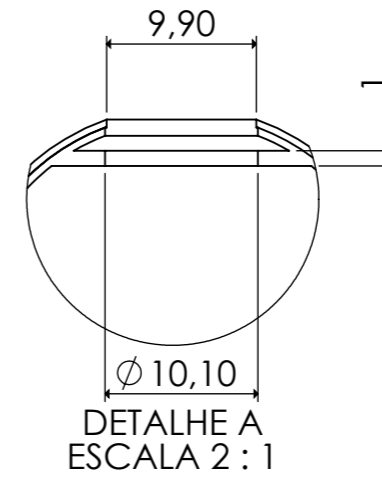
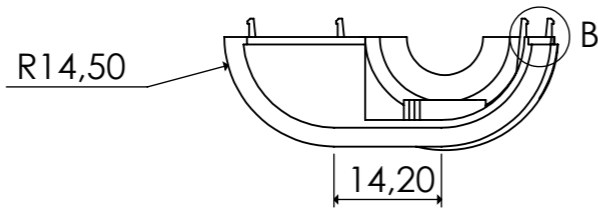
ESTUDANTE:
ALANA APARECIDA DE ALMEIDA SANTOS

Nº DES:
01

ESCALA:
1:1

SE NÃO ESPECIFICADO: COTAS EM MM

A3



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - ESCOLA DE BELAS ARTES
DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL

TÍTULO:
PROJETO DE GRADUAÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL - PROJETO DE PRODUTO

SUBTÍTULO:
RETINÓGRAFO

ASSUNTO:
CORPO PRINCIPAL - A

ORIENTADOR:
ANAEL SILVA ALVES

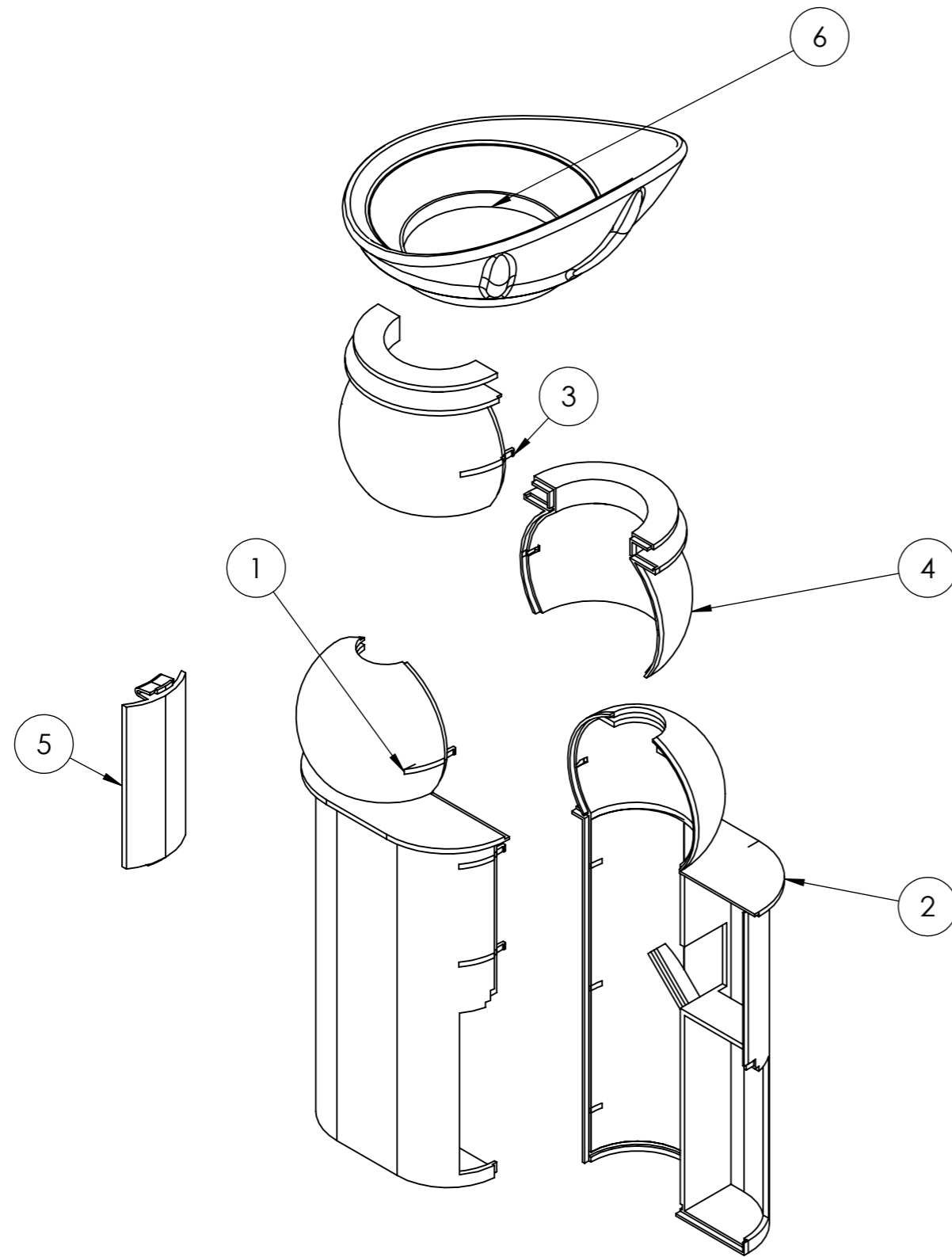
ESTUDANTE:
ALANA APARECIDA DE ALMEIDA SANTOS

Nº DES:
01

ESCALA:
1:1

SE NÃO ESPECIFICADO: COTAS EM MM

A3



Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	MATERIAL - PROCESSO	QTD.
1	CORPO PRINCIPAL A	MACHO	ABS - INJEÇÃO	1
2	CORPO PRINCIPAL B	FEMEA	ABS - INJEÇÃO	1
3	CUPULA A	MACHO	ABS - INJEÇÃO	1
4	CUPULA B	FEMEA	ABS - INJEÇÃO	1
5	TAMPA		ABS - INJEÇÃO	1
6	eyecup.IRC			1

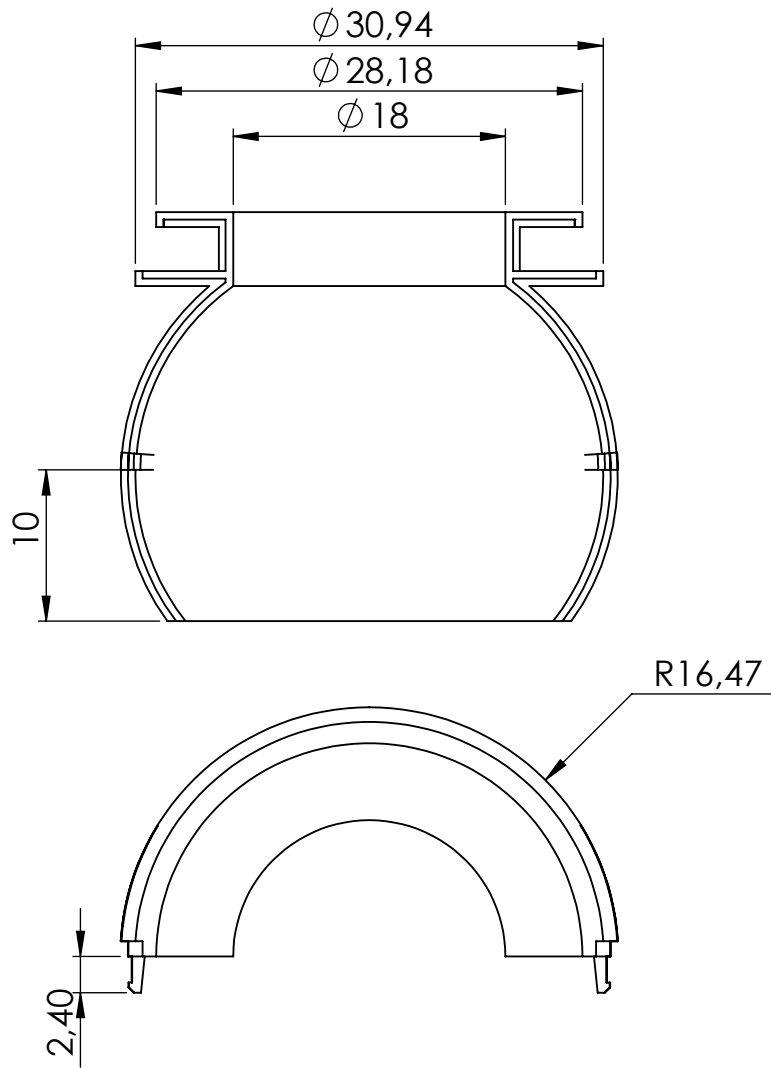
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - ESCOLA DE BELAS ARTES
DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL

TÍTULO:
PROJETO DE GRADUAÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL - PROJETO DE PRODUTO

SUBTÍTULO:
RETINÓGRAFO

ASSUNTO:
VISTA EXPLODIDA

	NOME	ASS.	DATA	ORIENTADOR:	ESTUDANTE:		
EXEC.				ANAEL SILVA ALVES	ALANA APARECIDA DE ALMEIDA SANTOS		
VERIF.				Nº DES: 05	ESCALA: 1:1	SE NÃO ESPECIFICADO: COTAS EM MM	A3
APROV.							



DESENHO REALIZADO DO MACHO, FEMEA POSSUI BAIXO RELEVO NO LUGAR DOS RESSALTOS PARA ENCAIXE ENCAIXE

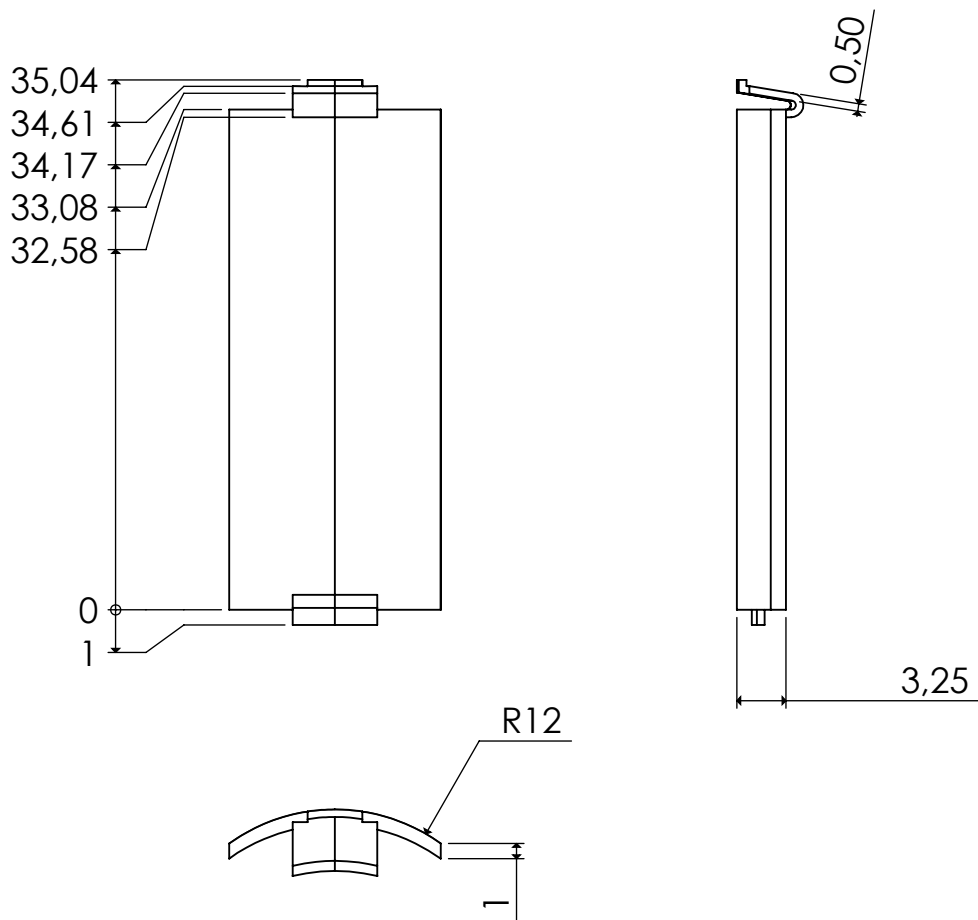
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - ESCOLA DE BELAS ARTES
DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL

TÍTULO:
PROJETO DE GRADUAÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL - PROJETO DE PRODUTO

SUBTÍTULO:
RETINÓGRAFO

ASSUNTO:
PARTE 3

	NOME	ASS.	DATA	ORIENTADOR: ANAEL SILVA ALVES	ESTUDANTE: ALANA APARECIDA DE ALMEIDA SANTOS		
EXEC.							
VERIF.				Nº DES: 03	ESCALA: 2:1	SE NÃO ESPECIFICADO: COTAS EM MM	A4
APROV.							



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - ESCOLA DE BELAS ARTES
DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL

TÍTULO:
PROJETO DE GRADUAÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL - PROJETO DE PRODUTO

SUBTÍTULO:
RETINÓGRAFO

ASSUNTO:
TAMPA PILHA

	NOME	ASS.	DATA	ORIENTADOR:		ESTUDANTE:	
EXEC.				ANAEL SILVA ALVES		ALANA APARECIDA DE ALMEIDA SANTOS	
VERIF.				Nº DES:	ESCALA:	SE NÃO ESPECIFICADO: COTAS EM MM	
APROV.				04	2:1		