

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIDADE ACADÊMICA DE DESIGN
CURSO DE DESIGN**

LIDIANY KALL GOMES PEREIRA

REDESENHO DO NEGATOSCÓPIO DE PAREDE

Campina Grande-PB

Outubro de 2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIDADE ACADÊMICA DE DESIGN
CURSO DE DESIGN**

REDESENHO DO NEGATOSCÓPIO DE PAREDE

Relatório técnico-científico apresentado ao Curso de Design da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Design, com habilitação em Projeto de Produto.

Orientador: Natã Morais de Oliveira

Campina Grande-PB

Outubro de 2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIDADE ACADÊMICA DE DESIGN
CURSO DE DESIGN**

REDESENHO DO NEGATOSCÓPIO DE PAREDE

Relatório técnico científico defendido e aprovado em 05 de setembro de 2016,
pela a banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Natã Morais de Oliveira (Orientador)

Prof. Dr. Glieson Nepomuceno Montenegro

Prof. Levi Galdino de Souza

Campina Grande-PB

Outubro de 2016

Dedicatória

Aos meus pais, João Batista e Maria Ângela, por acreditarem em mim e sempre me proporcionarem a melhor educação.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, por estar comigo em todos os momentos, me dando força para enfrentar todos os desafios durante a vida acadêmica.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais, que sempre proporcionaram a melhor educação que pude ter e por me ajudar e apoiar em todas as decisões que tomo para minha vida.

As minhas irmãs que estão sempre na torcida e me incentivam direta e indiretamente para que eu seja um ser humano melhor.

Ao Prof. Natã Morais, em aceitar embarcar nesse desafio, me enchendo de confiança e disciplina.

Aos demais docentes da Unidade Acadêmica de Design, por contribuir na minha formação profissional, através de conhecimentos valiosos generosamente a todos os alunos.

Aos funcionários da UADI e biblioteca central, por suas disponibilidade e atenção.

Aos meus amigos da turma 2012.2 e aos demais amigos. Ao meu amigo Edinho que acompanhou de perto este processo nos últimos meses e, principalmente a Geovana por sua disponibilidade, apoio emocional, ao qual sem sua grande ajuda não teria sido possível concluir este projeto.

Aos médicos Dr. Mirian Maria Barbosa Albino(radiologista), Dr. Nilton e Dr. Jonathan L. N. Riccio que compartilharam suas experiências como usuários e me permitiram acompanhar parte de sua jornada de trabalho, merecendo destaque a primeira, por sua humildade, dedicação, disponibilidade e sugestões durante o levantamento de dados deste relatório. Meu sincero obrigado.

Resumo

O presente relatório técnico científico aborda as etapas projetuais do desenvolvimento do projeto e produto para a conclusão do curso de Design da Universidade Federal de Campina Grande. O objetivo do projeto foi o redesenho de um negatoscópio de parede que tenha praticidade, durabilidade e eficiência durante a leitura dos filmes buscando atribuir valor estético, estrutural, funcional e ergonômico. O projeto utiliza como referências as metodologias Löbach(2001) e Baxter(2003). O primeiro passo consistiu na identificação e estruturação de uma necessidade; seguindo, foi realizado o levantamento de análise de dados para compreender o contexto do projeto; logo em seguida, realizou-se a etapa criativa na concepção do anteprojeto onde foram geradas alternativas que resultam na proposta final do negatoscópio; por último, foram apresentados os detalhamentos e especificações técnicas do projeto final. Conclui-se que o redesenho do negatoscópio possibilite a renovação e aprimoramento deste tipo de equipamento, contribuindo para a detecção e diagnóstico precoce de doenças permitindo a visualização e legibilidade dos filmes radiográficos com eficiência, promovendo a melhoria do nível de diagnóstico de problemas de saúde e maiores chances de cura dos pacientes.

Palavras-chaves: design, redesenho, negatoscópio, legibilidade.

Lista de Figuras

Figura 1 Usuário visualizando um filme radiográfico no negatoscópio	12
Figura 2 Imagens de filmes radiograficos de diversas partes do corpo.	13
Figura 3 Médico analisando um filme radiográfico com uso do negatoscópio.	14
Figura 4 negatoscópio com filme radiográfico	18
Figura 5 Áreas do corpo e respectivos filmes	18
Figura 6 Negatoscópio com radiografia de tornozelo	22
Figura 7 Negatoscópio com radiografia de tornozelo	22
Figura 8 Perspectiva explodida do negatoscópio com as respectivas partes e componentes. Fonte: própria autoria.	23
Figura 9 Placa de axo inoxidável utilizado na carenagem	24
Figura 10 Processo de dobramento da chapa da carenagem	25
Figura 11 Modelo de negatoscópio atual com sistema de imã	27
Figura 12 Sistema de fixação da película. Fonte: própria autoria	27
Figura 13 Problemas do sistemas de fixação	27
Figura 14 sistema de iluminação com lâmpada fluorescentes	28
Figura 16 Ambiente de uso do negatoscópio. Fonte: autoria própria.	30
Figura 17 Postura do médico ao analisar a radiografia.....	34
Figura 18 Postura assumida pela usuária	34
Figura 19 Painel semântico de minimalismo.....	38

Figura 20 Painel semântico de simplicidade.	39
Figura 21 conceito 1.....	40
Figura 22 conceito 2.....	41
Figura 23 Conceito 3	42
Figura 24 Conceito 4	43
Figura 25 Conceito 5	44
Figura 26 Tabela de análise do conceito.	45
Figura 27 Refinamento do conceito 5	46
Figura 28 Teste de iluminação na carenagem	47
Figura 29 Caixa com anteparo.	47
Figura 30 Caixa com ateparo e filme.....	47
Figura 31 Caixa sem anteparo	47
Figura 32 Teste de iluminação 2.....	48
Figura 33 Teste de iluminação 1.....	48
Figura 34 renderign do produto final-Illuminare RX	49
Figura 35 Rendering com radiografiai	50
Figura 36 Negatoscópio.....	50
Figura 37 Fita de led.....	50
Figura 38 Sistema de fixação de películas	50
Figura 39 sistema articulável	51
Figura 40 ambiente de uso.....	51
Figura 41 Vistas ortogonais do produto final.....	58
Figura 42 Sistema de encaixe do plugue	60
Figura 43 Estudo de cor do produto final.....	61

Lista de Quadro

Quadro 1 Informações comparativas dos modelos disponíveis no mercado.....	20
Quadro 2 Pontos positivos e negativos dos modelos disponíveis no mercado.....	21
Quadro 3 Partes, componenetes e implementos do negatoscópio.	24
Quadro 4 Análise comparativa de lâmpadas de led, fluorescente e incandescente.....	30
Quadro 5 Ligando o produto ao sistema elétrico.	31
Quadro 6 Acionando o botão liga/desliga.	32
Quadro 7 Fixando a radiografia.	32
Quadro 8 Retirando o filme.....	33
Quadro 9 Desligando o produto	33
Quadro 10 Requisitos e Parâmetros.....	37
Quadro 11 Quadro estrutural do produto final.	53
Quadro 12 Quadro estrutural do produto final.	58

Sumário

1	Introdução	12
1.1	Contextualização	13
1.2	Identificação do problema.....	14
1.3	Objetivos	15
1.3.1	Objetivo geral	15
1.3.2	Objetivos específicos	15
1.4	Justificativa	15
2	Levantamento dos dados	17
2.1	Análise do produto	17
2.1.1	Análise dos modelos atuais de negatoscópios.....	19
2.2	Análise estrutural	21
2.2.1	materiais e processos de fabricação	24
2.2.2	Suporte auto portante	26
2.2.3	Sistema de fixação dos filmes.....	27
2.2.4	Sistema de iluminação.....	28
2.2.5	Relação com ambiente	30
2.3	Análise Ergonômica.....	31
2.3.1	Análise da tarefa e das posturas.....	31
2.3.2	Produto no posto de trabalho do médico	34
2.4	Análise morfológica.....	35
2.5	Perfil do usuário	36
2.6	Diretrizes do projeto.....	36
3	Concepção de design	37
3.1	Materias e métodos	37
3.2	Painéis Semânticos.....	38
4	Conceitos.....	40

4.1.1	Escolha do conceito.....	45
4.2	Refinamento da forma.....	46
4.2.1	Testes de iluminação.....	47
5	Projeto.....	49
5.1	Produto final	49
5.1.1	Concepção estrutural e funcional	50
5.1.2	Relação com ambiente	51
5.1.3	Partes e componentes	52
5.1.4	Concepção ergonomia e usabilidade.....	53
5.1.5	Materiais e processos de fabricação	57
5.2	Detalhamento técnico	58
5.2.1	Vistas ortogonais do negatoscópio	58
5.2.2	Pespectiva explodida.....	59
5.3	Partes e detalhe técnico.....	60
5.4	Aplicação da Cor.....	61
5.5	Apresentação Morfológica.....	62
6	Considerações Finais	63
7	Bibliografia.....	64
8	Anexos.....	66

1 Introdução

Os métodos de diagnóstico por imagem estão em estado constante de aperfeiçoamento. A incorporação de novas tecnologias em equipamentos médicos hospitalares vem contribuindo para a detecção e diagnóstico precoce de doenças possibilitando maiores chances de cura dos pacientes em favor da saúde e do bem-estar da população.

Este projeto é focado na melhoria da qualidade dos diagnósticos que utilizam de filmes radiográficos, pois os equipamentos atuais de visualização destas películas comprometem a interação com usuário e apresentam problemas de legibilidade durante os laudos.

Para visualização das imagens análogas dos filmes de raio-X, os profissionais da saúde utilizam o equipamento chamado de negatoscópio, produto constituído por iluminação própria para perfeita observação das radiografias, presente praticamente em todos os setores de diagnóstico por imagem, preponderantes em grande parte dos hospitais e clínicas do Brasil.

O negatoscópio é aparelho que torna possível a condição de visualização de imagens de raios-x, um produto de fundamental importância para detectar traumas e doenças, conforme pode ser observado na Figura 1.

Com isso é importante a renovação e aprimoramento desse equipamento, tanto formal como funcional, para obter uma melhoria no nível dos diagnósticos.

Sendo assim, o presente relatório técnico tem como finalidade descrever o processo de redesenho do negatoscópio, com o objetivo



Figura 1 Usuário visualizando um filme radiográfico no negatoscópio

de incluir um novo modelo nos hospitais agregando mais valor estético, estrutural e ergonômico.

1.1 Contextualização

O filme radiográfico é o tipo mais comum de receptor de imagens, apesar da rápida inserção tecnológica nos serviços de diagnóstico por imagem dos meios receptores de imagens digitais. (NOBREGA, 2006, p.198).

Atualmente, existem diversos seguimentos que fazem uso da radiação ionizante com o objetivo de diagnosticar patologias através das imagens anatômicas e fisiológicas do corpo humano, como a ressonância magnética, tomografia, mamografia, radiografia odontológica, radiologia veterinária, radiologia digital e convencional.

A radiologia convencional é processo manual de radiodiagnóstico que consiste na obtenção de imagem internas do corpo humano através da radiação ionizante. A formação dessas imagens ocorre pela penetração de um feixe de emissões eletromagnéticas sobre parte específica do corpo humano a ser analisada, onde pequena quantidade da emissão é absorvida, enquanto o restante atravessa a matéria incidindo sobre o filme radiográfica



(filme) ou placas de fósforo (sem uso de filme - radiologia digital) sensível aos raios-x, gerando uma imagem em projeção plana de variadas escalas de cinza, conforme a densidade do tecido em análise.

Figura 2 Imagens de filmes radiográficos de diversas partes do corpo.

Dentre as modalidades de exames, a radiologia convencional foi a primeira utilizada para fins de diagnóstico em problemas de saúde, detectando doenças como tuberculose, pneumonia,

edema pulmonar, doenças do sistema esquelético e locomotor, câncer de pulmão, entre outras.

1.2 Identificação do problema

Segundo a análise do mercado brasileiro da Frost & Sullivan(2013) em 2013, empresa internacional de consultoria e inteligência, nos últimos anos existem três principais fatores no mercado brasileiro que propiciam a demanda de equipamento para diagnóstico por imagem no país: o investimento local de fabricantes multinacionais, o maior acesso a exames de diagnóstico em virtude do crescimento da classe média e os incentivos financeiros do governo na saúde pública através dos programas de investimento.

Embora o surgimento do negatoscópio tenha ocorrido há mais de cem anos, pouco evoluiu com o passar dos anos. Apenas recentemente são encontrados no mercado modelos mais econômicos e práticos com uso de tecnologia, ainda sim, nos deparamos com problemas de dimensionamento da estrutura, acumulação de resíduos, desconfortos ergonômicos e iluminação inadequada.

De acordo com Lobach (2001, p. 143), a descoberta de um problema constitui no ponto de partida e motivação para o processo de Design, sendo o primeiro passo para atendermos uma necessidade.

Os problemas identificados nos modelos atuais de negatoscópios comprometem a interação dos usuários com o produto, causando desconfortos musculares durante o manuseio do equipamento, atenuação da fadiga ocular, entre outros. Conforme pode ser observado na fig. 3.



Figura 3 Médico analisando um filme radiográfico com uso do negatoscópio.

As condições de visualização inadequadas, seja por problemas de dimensionamento, luminosidade ou exposição, pode comprometer a eficiência dos laudos, ocultar patologias, comprometendo o diagnósticos de pacientes.

Certos tipos de mudanças no padrão da imagem, corriqueiramente consideradas irrelevantes, podem omitir achados clínicos importantes influenciando, conseqüentemente, na performance diagnóstica. Sendo assim, é necessário que a iluminância da sala de laudos bem como a luminância dos negatoscópios estejam em conformidade com as normas e/ou recomendações estabelecidas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Redesenhar um negatoscópio físico que possibilite economia de energia, praticidade, durabilidade e eficiência durante a leitura de filmes radiográficos, levando em consideração as características estruturais, funcionais, como também, apresentar melhorias.

1.3.2 Objetivos específicos

- Apresentar melhorias no dimensionamento da estrutura geral e do posicionamento da luz;
- Propor uma iluminação adequada;
- Propor um sistema de fixação eficiente que permita visualizar os filmes;
- Apresentar mobilidade e praticidade de uso.

1.4 Justificativa

Atualmente no Brasil, várias especialidades utilizam filmes radiográficas para fins de diagnóstico. A radiologia convencional é uma especialidade consolidada em todo território nacional, sendo primordial em serviços e urgência e emergência, como também, na clínica médica visando diagnosticar enfermidades.

O Conselho Nacional de Medicina, por meio da Resolução de nº 2.056/2013, de 12 de novembro de 2013, determina que consultórios ou serviços de saúde onde exerce a medicina básica sem procedimento, sem anestesia local e sem sedação, com o uso do negatoscópio ou outro meio digital que possibilite a leitura da imagem nos consultórios de especialidades que incluem pediatria, geriatria, reumatologia, mastologia, cancerologia, pneumologia, cardiologia, ortopedia e traumatologia, medicina física e reabilitação clínica geral, medicina legal e perícias médicas, consultório de medicina do trabalho e consultório de medicina esportiva.

Sabe-se que o processo de digitalização das imagens está se expandindo rapidamente, o que não indica que necessariamente que o negatoscópio seja descartável. Embora o processamento digital em vários locais esteja se alargando, no setor público ainda predomina os uso de filmes, o que indica que o produto dificilmente cairá em desuso.

Tendo em vista a eficácia dos laudos dos filmes radiológicas e do conhecimento das condições de visualização das imagens na performance diagnóstica, identifiquei a oportunidade de melhorar o formato, iluminação e ergonomia do negatoscópio com o intuito de aperfeiçoar o nível de diagnóstico de doenças detectadas por uso de imagem radiográficas, já que elas são imprescindíveis para o acompanhamento clínico dos pacientes, seja durante o período de prevenção, diagnóstico ou evolução da doença.

.

2 Levantamento dos dados

Segundo Lobach(2001, p 143) “quando há conhecimento de um problema e intenção de solucioná-lo, segue-se uma cuidadosa análise do mesmo”. Deste modo, foram realizadas pesquisas e análises sobre a arquitetura do negatoscópio, componentes do produto, material, sistemas, processo de fabricação, configuração morfológica, a relação com o ambiente, a interação com os usuários e análise sincrônica.

A partir do levantamento bibliográfico em bancos de dados da internet, livros, teses e artigos científicos sobre produtos médicos hospitalares na categoria de diagnóstico por imagem, autores como Galanski (2011), Bontrager (2003) e Nóbrega (2006) possuem uma considerável bibliografia sobre a área de radiologia e contribuíram para o fundamentação da pesquisa.

Foram realizadas três visitas técnicas em dois hospitais públicos em uma clínica médica na cidade de Campina Grande-PB. A visita teve principal objetivo conversar com os usuários do produto, observar as pegadas, manejos e posturas realizadas por esses usuários, materiais empregados, dimensionamentos, problemas ergonômicos, sistema funcional, sistema de iluminação, linguagem visual e estética do equipamento.

Foram realizados registros fotográficos como fonte documental com objetivo de exibir estes problemas. Por questões éticas, ao mencionar os modelos dos negatoscópios encontrados será utilizada a nomenclatura modelo A e modelo B para cada modelo usado no setor público e modelo C para o setor privado.

2.1 Análise do produto

De acordo o dicionário de termos técnicos em medicina, o negatoscópio é definido como “dispositivo para exame de radiográficas, formado por uma placa de vidro fosco iluminada por

trás, com presilha para suster as chapas radiográficas.”(Torres, 1987. p. 287).

Segundo Navarro (2007, p. 29), os primeiros negatoscópios surgiram em 1907. O produto possuía uma espécie de persiana que ajustava a área luminosa ao tamanho do filme. Este ajuste permitia proteger os olhos do observador para que a luz emitida não o atingisse diretamente.

A função principal do produto é iluminar as películas radiográficas, contribuindo para que o profissional da área da saúde consiga de maneira clara enxergar e analisar a área radiografada com objetivo de promover um laudo eficiente. É um produto confeccionado para atender as necessidades dos profissionais de saúde: médicos, fisioterapeutas, odontólogos, veterinários, técnicos em radiologia, entre outros.



Figura 4 negatoscópio com filme radiográfico

Este estudo se delimita ao redesenho do negatoscópio categoria um 01 corpo, conforme fig. 4, por ser um modelo habitualmente encontrado em consultórios e salas de raio-x, utilizado diariamente por técnicos em radiologia, clínicos gerais, médicos radiologista, médicos ortopedista e traumatologista.

Os modelos de negatoscópios são projetados para permitirem a visualização dos filmes radiográficos de diversos padrões de dimensionamentos: 13x18cm, 18x24cm, 15x30cm, 15x40cm, 24x30cm, 30x40cm, 35x35cm e 35x40cm. Cada região específica do corpo humano utiliza um tamanho específico de filme radiográfica, partes pequenas são para dimensionamentos menores e partes maiores os mais compridos. Na fig. 5, verifica-se alguns padrões.

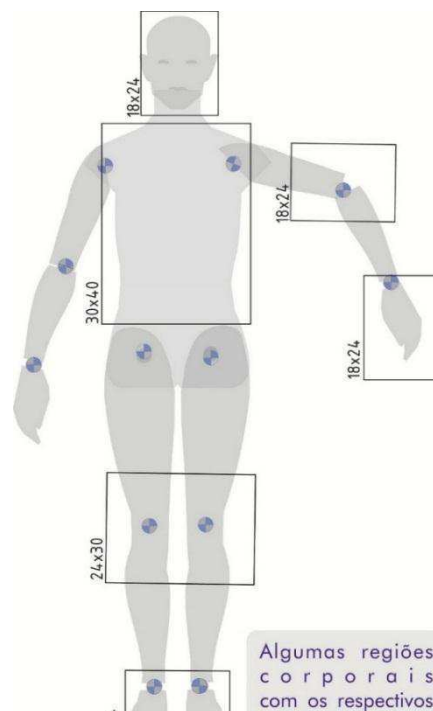


Figura 5 Áreas do corpo e respectivos filmes

2.1.1 Análise dos modelos atuais de negatoscópios

De acordo com Baxter (2003, p.144), para diferenciar um produto dos demais existentes, se faz necessário levantar informações dos modelos que existem onde “são reunidos e revistos todos os produtos da mesma classe oferecidos ao mercado, que fazem concorrência ao novo produto.”

Partindo do pressuposto do autor, foram coletadas informações e dados dos modelos de negatoscópios que são utilizados para visualização de filmes radiográficos, considerando elementos como material, acabamento, preço, dimensões e sistema de iluminação.

Quadro Comparativo dos Modelos Disponíveis		
Modelo A	Modelo B	Modelo C
		
Dados		
Fabricante: konex;	Fabricante: biotron;	Fabricante: konex
Modelo: 01 corpo;	Modelo: 01 corpo;	Modelo: 01 corpo
Material: chapa de aço;	Material: acrílico;	Material: chapa de aço
Acabamento: liso;	Acabamento: liso;	Acabamento: liso
Preço: R\$ 965,26;	Preço: R\$ 455,09;	Preço: R\$ 965,26
Peso: 4.1000 kg;	Peso: 1,0 kg;	Peso: 5.00 kg
Dimensões externas: 380cx100lx485mm;	Dimensões externas: 345cx260lx7mm;	Dimensões: Altura: 490mm
Dimensão da área de leitura:	Iluminação: 127/200 vac (bivolt	Largura: 140mm

360x410mm; Iluminação: duas lâmpadas fluorescentes de 15w-6500k por corpo; biovolts; Luminância: aproximada de 2000 nits.	automático); Luminância: de até 5000lux, sem área de sombra, cons de 12 w.	Comprimento: 380mm Iluminação: duas lâmpadas fluorescentes de 15w - 6500k por corpo. Biovolts Luminância: aproximada de 2000 nits
---	---	---

Quadro 1 Informações comparativas dos modelos disponíveis no mercado.

No quadro 2, são elencados os pontos positivos e negativos dos modelos de negatoscópios apresentados no quadro 1.

Quadro de Pontos Positivos e Negativos		
Modelo A	Modelo B	Modelo C
		
Positivos		
<ul style="list-style-type: none"> - Biovolts - Leve. - Portátil. - Processo de fabricação simples; 	<ul style="list-style-type: none"> - Ultrafino. - Menor consumo. - Inédito sistema de fixação das radiografias por ímã; 	<ul style="list-style-type: none"> - Inclinação de 30° que facilita a leitura dos filmes em superfície. - Biovolts. - Leve. - Portátil. - Processo de fabricação simples;

Negativos		
<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta maior consumo de energia em virtude do uso das lâmpadas fluorescentes. - Direcionamento de iluminação inadequado. - Sistema de fixação falho. - Fios aparentes. - Enferruja com o tempo. - Presença de extremidade "vivas". - Espaços que acumulam sujeira. - Material pouco resistente; 	<ul style="list-style-type: none"> - O sistema de imã em forma de botão é bem pequeno, dificulta ser manipulado. - O sistema de imã fica solto, pode suscitar a perda. - Garantia apenas de 02 anos. - Instável. - Dimensões da área de iluminação menor que o filmes maiores de 30X40. - É utilizado mais propriamente por odontólogos em virtude o tamanho ser pequeno; 	<ul style="list-style-type: none"> - Maior consumo de energia em virtude do uso das lâmpadas fluorescentes - Direcionamento de iluminação inadequado. - Sistema de fixação falho - Fios aparentes. - Enferruja com o tempo. - Presença de extremidade "vivas". - Espaços que acumulam sujeira. - Material pouco resistente;

Quadro 2 Pontos positivos e negativos dos modelos disponíveis no mercado.

2.2 Análise estrutural

Atualmente existe no mercado negatoscópio para uso radiológico, odontológico e mamográfico. Cada modelo possui características e dimensionamentos próprios, mas todos apresentam em comum carenagem, anteparo, sistema de iluminação e sistema de fixação.

A carenagem externa protege o sistema de iluminação interno que emite luz sobre a anteparo(tela translúcida) que permite a passagem da luz. O anteparo é um dos elementos primordiais para que a luz atinga o filme de maneira uniforme. Os filmes ficam suspensos na parte superior do produto conforme pode ser observado na fig. 06 pelo sistema de fixação por pressão, permitindo ao usuário observar a estrutura dos tecidos e identificar patologias pelo contraste das escalas de cinza formada pela densidade de cada parte em análise.

É um produto de baixa complexidade estrutural. Utiliza elementos mínimos, com um único botão de acionamento liga/desliga centralizado na base da carenagem. Apresenta cores neutras que “disfarça” seu tamanho. A maior parte dos modelos possui peso aproximado de 2,5 kg.



Figura 6 Negatoscópio com radiografia de tornozelo

2.2.1 Partes e componentes dos modelos tradicionais de negatoscópios.

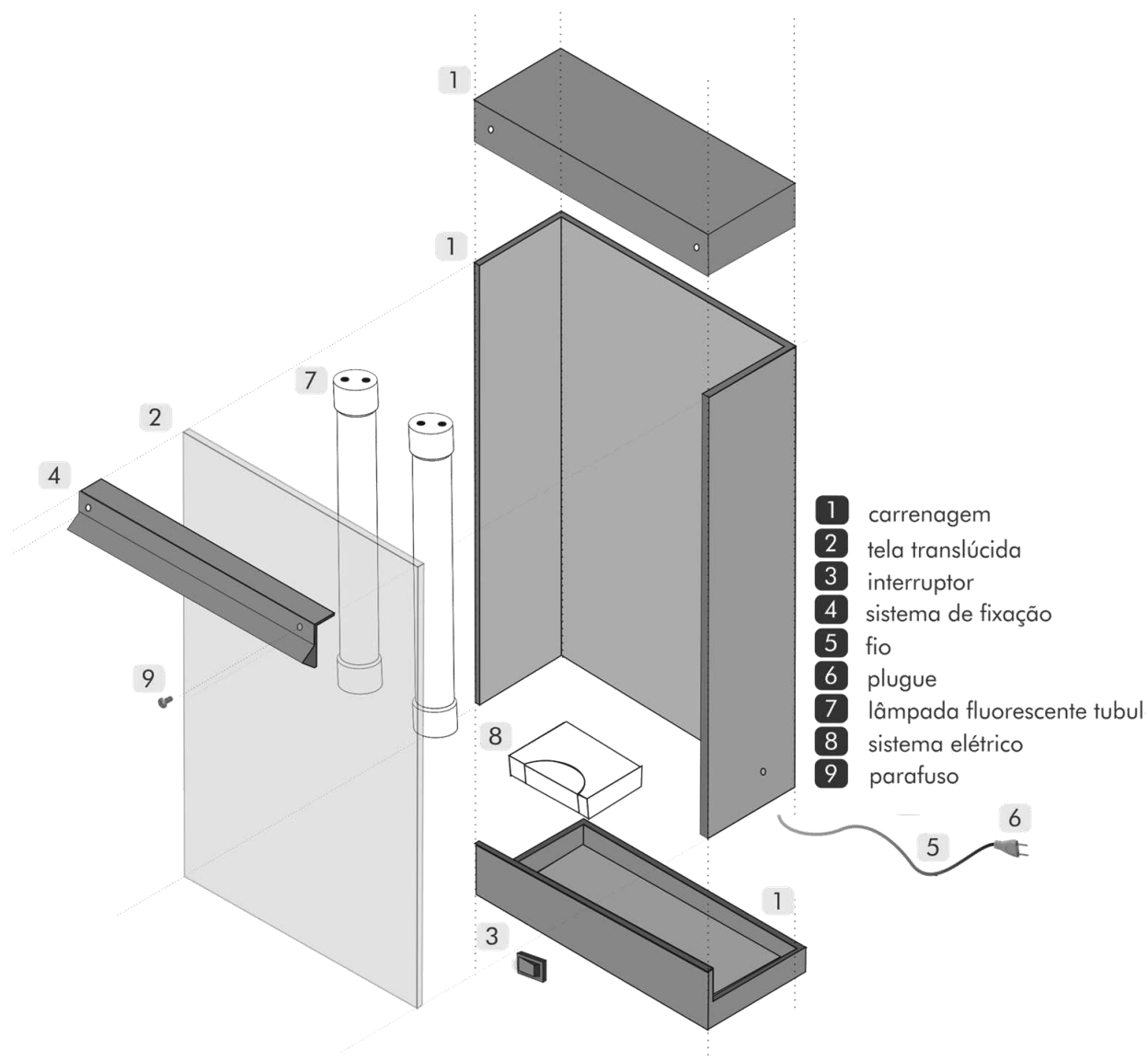


Figura 8 Perspectiva explodida do negatoscópio com as respectivas partes e componentes. Fonte: própria autoria.

Perspectiva explodida com seus componentes

Quadro Estrutural do Produto				
Item	Nome	Função	Material	Acabamento
1	Carenagem	Estrutural	Aço inoxidável	Liso

2	Tela translúcida	Passagem de luz	Acrílico branco leitoso	Liso
3	Interruptor	Ligar/desliga	Polímero pp	Liso
4	Sistema de fixação	Fixar filmes	Aço	Liso
5	Fio	Conduzir energia elétrica	Liga de cobre e termoplástico	Liso
6	Plugue	Ligar o produto na corrente elétrica	Termoplástico e liga de cobre	Liso
7	Lâmpada Fluorescente Tubular	Iluminar	Vidro	Liso
8	Sistema elétrico	Conexão da corrente elétrica	Termoplástico e liga de cobre	Liso
9	Parafuso auto tarraxante	Fixação entre as partes	Aço	Liso

Quadro 3 Partes, componenetes e implementos do negatoscópio.

2.2.2 materiais e processos de fabricação

Praticamente todos os modelos de negatoscópio do mercado são confeccionados em aço inoxidável e raramente encontra-se uns em madeira e polímero.

O aço inoxidável é um material encontrado habitualmente em equipamentos médicos hospitalares, pois permite bom acabamento, boa durabilidade e facilidade de higienização.

Aço inoxidável é uma liga metálica (combinação de dois ou mais elementos, onde um

deles é aço) com 10,5% de cromo como principal elemento. Possui propriedades como resistência a oxidação, dureza, facilidade de união e conformação, resistências a variações bruscas de temperatura, resistência a impactos,



Figura 9 Placa de aço inoxidável utilizado na carenagem

acabamento superficiais com baixa rugosidade que propicia facilidade de limpeza, além de ser um material 100% reciclável.

A carenagem do produto é confeccionado em aço inox AISI 304 com chapa de 0,8mm utilizando o processo de dobramento de chapa conforme demonstrado na fig. 10 . O processo é relativamente simples e de baixo custo.

Após conformar as peças no estado desejado, elas são unidas pelo processo de brasagem. Ocorre a junção das partes através de um terceiro material usado como se fosse uma cola

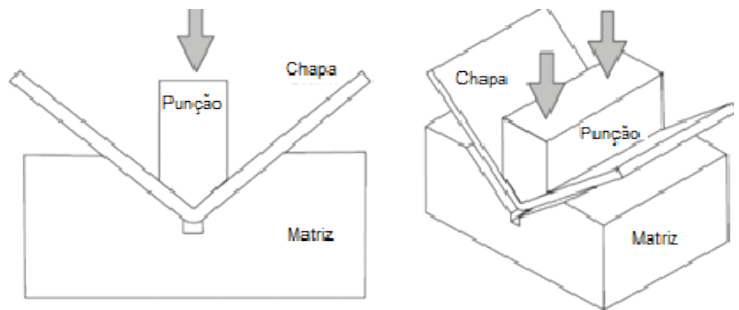


Figura 10 Processo de dobramento da chapa da carenagem

sem ocorrer nenhuma alteração física ou mecânica ou física dos

metais unidos. Embora o material ofereça bom acabamento em toda a estrutura, alguns modelos exibem problemas de planejamento do processo de fabricação, apresentando extremidades.

Também observa-se que o uso demasiado do produto, sujeito a esforços mecânicos diários, pode provocar amassados na estrutura, comprometendo esteticamente o produto, deixando com aparência sem atrativos.

Geralmente a tela translúcida é feita em chapa de acrílico branco leitoso de 3mm. O acrílico é um termoplástico formado por polímeros de polimetilmetacrilat (PMMA). É um material rígido, de boa durabilidade e resistência sob qualquer exposição climática, resistente a impactos dez vezes maior que o vidro, leveza, durabilidade, fácil manutenção, diversidade de cores, propicia bom acabamento e possui propriedade de ser isolante térmico. Uns dos seus principais atributos é a capacidade de transparência a luz visível.

O acrílico branco leitoso é utilizado na indústria, em muitos produtos de decoração de casa, principalmente luminárias. As

vantagens do uso do acrílico branco leitoso está na propriedade de ser um material leve, resistente a quebra e a choques elétricos e possuir alta durabilidade.

Embora os materiais utilizados no produto ofereçam vantagens, outros que possuem propriedades de resistência química e a impactos, capacidade de adquirir cores, formas e texturas diferentes, baixa condutividade elétrica e térmica, baixa densidade, possibilidade de transparência e reciclagem podem ser empregados, como por exemplo os polímeros. Outra opção é o acrilonitrila butadieno estireno (ABS), habitualmente utilizado em painéis automotivos e carenagem de eletrônicos como celulares. É um material que permite receber cores, formas e texturas variadas, resistente a tração e impactos, boa dureza e bom aspecto visual, além de ser considerado um material leve. Outro material indicado é o polipropileno (PP), presente na confecção de outros equipamentos médicos hospitalares e carenagens de eletrodomésticos. É um material de baixo custo, resistente a impactos, mofo e intempéries, atóxico, leve, reciclável e de fácil coloração. O problema no uso de processos injetado é o alto custo do molde, achando a baixa produtividade, apesar da quantidade obtida.

2.2.3 Suporte auto portante

Os modelos tradicionais de negatoscópio são fixados na parede com auxílio de parafusos através do sistema macho e fêmea. Após fixar os parafusos (um ou dois dependendo do modelo) na parede, o produto é encaixado na abertura de dois furos posicionados atrás da carenagem.

O negatoscópio permanece em posição estática na altura pré-determinada. Além da possibilidade de fixar na parede alguns modelos oferecem a possibilidade de utilizar o produto sobre uma superfície. Podemos observar na fig. 11 um dos modelos mais atuais do produto que utiliza uma base com estrutura estendida, além de permitir retirar e colocar a carenagem de maneira prática pois utiliza um sistema de imã.

Para facilitar a visualização do posicionamento dos filmes, alguns modelos trazem angulações na área superior. O uso de lâmpadas fluorescentes tubulares encontradas nos modelos convencionais ocupam bastante espaço o que obriga a concepção de uma carenagem grande para acopla-las.



Figura 11 Modelo de negatoscópio atual com sistema de imã

2.2.4 Sistema de fixação dos filmes

A maioria dos modelos existentes no mercado utilizam um sistema de fixação dos filmes confeccionado na extensão da carenagem. No interior da extensão de forma tangente (vista lateral do produto- ver fig. 12.) existe um cilindro em aço inoxidável suspenso. Ao posicionar o filme sobre o sistema e a carenagem onde o cilindro auxilia para que ocorra um pressão contínua que permite o filme fixar suspenso.

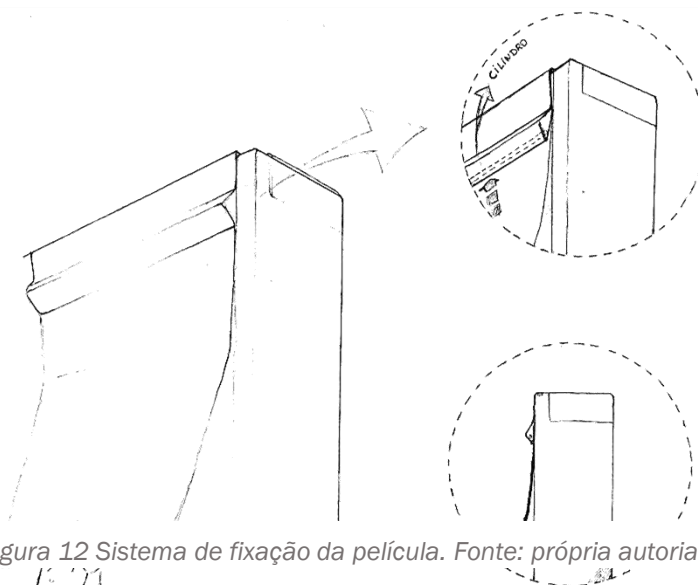


Figura 12 Sistema de fixação da película. Fonte: própria autoria

Este sistema de fixação é confeccionado em o aço inoxidável. Este material possui comportamento plástico, que é a capacidade de ser deformado quando submetido a um esforço. O uso contínuo do produto submetido a esforço de natureza mecânica, como a tração, promove problemas no sistema de fixação, que com o passar do tempo perder sua principal capacidade. Verifica-se na fig. 13 o usuário fazendo uso de papel dobrado para auxiliar na fixação das películas.



Figura 13 Problemas do sistemas de fixação

2.2.5 Sistema de iluminação

A iluminação do produto é realizado através do sistema elétrico posicionado no interior da carenagem. O sistema permite que a corrente elétrica emita energia capaz de acionar as lâmpadas.

Segundo Navarro (2007, p.47), o intensidade do sistema de iluminação depende das horas de funcionamento do produto, da temperatura ambiente, da potência da lâmpada e da espessura da tela translúcida.

O Ministério da saúde por meio da Lei n° 180/2002 de 8 de Agosto de 2002, anexo IV, determina que todo consultório que utiliza equipamento de raio X devem possuir negatoscópios que apresente boas condições e com luminosidade uniforme, cuja a luminância(fluxo luminoso que sai da fonte, pode ser medida em lux - medida de intensidade da luz. Ramos, 2015 p. 24)) não seja inferior a 1.700 lux.

A maioria dos modelos de negatoscópio possuem duas lâmpadas fluorescentes tubulares de 15W, apenas os modelos mais atuais empregam as lâmpadas de led. Elas ficam posicionadas verticalmente na estrutura. O sistema de isolamento elétrico desses modelos está contido dentro de uma caixa plástica para evitar transmissão elétrica na carenagem.

Outro problema encontrado nas lâmpadas tubulares além do tamanho é o direcionamento do feixe de luz. A tela translúcida em acrílico branco leitoso reduz a luminosidade emitida pelas lâmpadas, ou seja, a luz atinge de maneira secundária os filmes, diminuindo a claridade do feixe.

Ao acionar o botão liga\desliga localizado na base do produto, toda a tela é iluminada independentemente do tamanho do filme. A posição vertical de ambas as lâmpadas no interior da carrenagem transmite uma

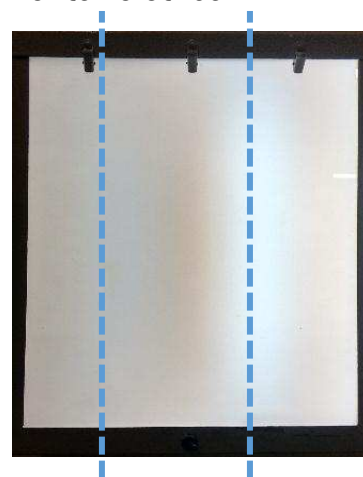
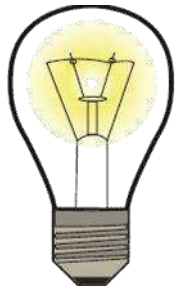


Figura 14 sistema de iluminação com lâmpada fluorescentes

iluminação com foco de luz vertical(fig. 14), comprometendo deste modo, a legibilidade e a luminância das extremidades dos filmes durante o laudo, podendo máscarar achados clínicos importantes. Além disso, as lâmpadas tubulares possui tempo de vida útil curto comparada a outras como as luzes de led.

No quadro abaixo, observa-se uma análise comparativa dos tipos de lâmpadas que permite utilização no produto.

Quadro Comparativo de Lâmpadas		
		
Incandescente	Fluorescente	LED
Características Feita com metal, vidro e um filamento de tungstênio que quecido, brilha intensamente.	Características A combinação entre ergônio, vapor de mercúrio e fósforo branco provoca a luminosidade esbranquiçada.	Características A luz é produto do movimento dos elétrons, que resulta em luz fria. A base, porém. Aquece bastante.
Potência Média de Consumo 60W	Potência Média de Consumo 18W	Potência Média de Consumo 8W
Vantagem Não contém material tóxico; Facilmente reciclável;	Vantagem Mais eficiência; Dura até cinco vezes mais que a incandescente;	Vantagem Gasta um décimo de energia utilizada pela incandescente Dura 25 mil horas em média;
Desvantagem	Desvantagem	Desvantagem

Cerca de 90% da energia elétrica não é convertida em luz, apenas em calor.	Apresenta elementos tóxicos e demora 3 minutos para atingir sua luminosidade total.	O preço ainda é bastante alto em relação aos outros tipos.
--	---	--

Quadro 4 Análise comparativa de lâmpadas de led, fluorescente e incandescente.

Para o sistema de iluminação, as lâmpadas de LED são bem mais eficientes, produzindo mais luz e menor calor. Se adequam as necessidades projetais, por serem mais econômicas, mais compactas e com eficiente fluxo de luminosidade. Embora seja de valor econômico maior, seu custo benéfico é melhor. O sistema de fixação não é tão eficiente como parece, bem como sua relação com o ambiente não é adequada ao usuário.

2.2.6 Relação com ambiente

O negatoscópio é um produto utilizado em ambientes hospitalares, salas de laudo, salas de raio X e consultórios. É um espaço equipado com diversos equipamentos médicos para atender as necessidades dos profissionais da saúde e pacientes. Funcionam praticamente nos três turnos diários, principalmente os de urgência e emergência.

Profissionais como clínico geral e médicos ortopedista tem contato com o produto em praticamente toda jornada de trabalho. A iluminação ambiente é um dos fatores importantes para o uso do negatoscópio.

Possuem sistema de iluminação natural e artificial. Um ambiente bastante iluminado prejudica a visualização das radiografias é geralmente um ambiente amplo e arejado, com ventilação artificial ou natural com uso de janelas.

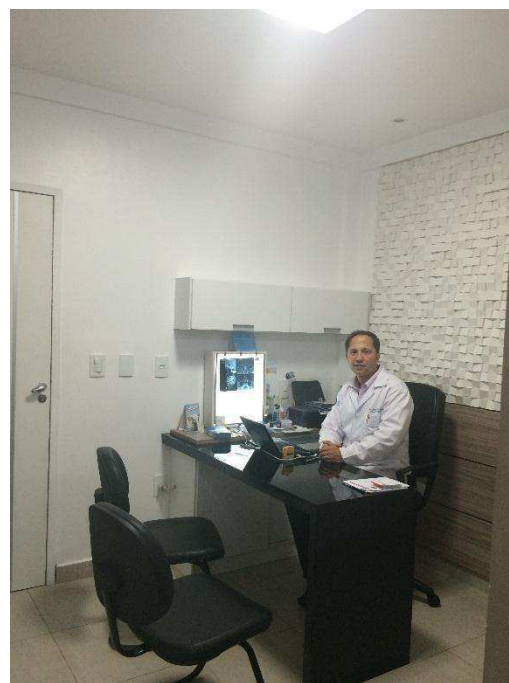


Figura 15 Ambiente de uso do negatoscópio.
Fonte: autoria própria.

2.3 Análise Ergonômica

De acordo com Baxter (2003, p. 177), a análise ergonômica explora as interações entre o produto/usuário, através de observações e resultados.

Para realização deste estudo utilizou-se de registros fotográficos realizados durante as visitas dos hospitais e da clínica.

2.3.1 Análise da tarefa e das posturas

Tarefa 1		
	Ação	Ligar o produto ao sistema elétrico.
	Descrição	O operador segura o plugue com a mão direita e aproxima da tomada, encaixando os dois elementos.
	Movimento	Preênsil
	Preensão	Gancho
Manejo	Grosseiro	
Resultado	Os elementos são encaixados.	
Conforto/Desconforto	O operador realizou a tarefa sem apresentar dificuldade.	

Quadro 5 Ligando o produto ao sistema elétrico.

Tarefa 2	
	Ação Acionar o botão liga/desliga
	Descrição O operador aproxima a mão direita do botão de acionamento. Com o uso do polegar ele muda a posição do botão fazendo com que ocorra um feedback visual iluminando a tela translúcida.
	Movimento Preênsil
	Preensão Digital
Manejo	Fino
Posição do pulso no momento do manejo	Pronação radial.
Resultado	Acionamento do sistema de iluminação.
Conforto/desconforto	O operador realizou a tarefa sem apresentar dificuldade.

Quadro 6 Acionando o botão liga/desliga.

Tarefa 3	
	Ação Fixar a radiografia
	Descrição Com uso da mão direita o operador aproxima o filme do sistema de fixação e a encaixa no sistema.
	Movimento Preênsil de precisão
	Preensão Digital
Manejo	Grosseiro
Resultado	Fixação do filme.
Conforto/Desconforto	É necessário habilidade, coordenação motora, precisão e treino para executar a tarefa.

Quadro 7 Fixando a radiografia.

Tarefa 4		
	Ação	Retirar o filme
	Descrição	O operador utiliza a mão direita e faz a pega do filme, e faz o movimento de pronação, permitindo que o filme se desmembre do sistema.
	Movimento	Preênsil
	Preensão	Digital
Manejo	Grosseiro	
Resultado	O filme é retirada do sistema.	
Conforto/Desconforto	O operário executou a tarefa sem dificuldade.	

Quadro 8 Retirando o filme.

Tarefa 5		
	Ação	Desligar o produto.
	Descrição	O operador aproxima a mão direita do botão de acionamento. Com o uso do polegar ele muda a posição do botão fazendo com que volte a posição inicial.
	Movimento	Preênsil
	Preensão	Digital
Manejo	Grosseiro	
Resultado	Desligamento do sistema de iluminação.	
Conforto/Desconforto	O operador realizou a tarefa sem apresentar dificuldade.	

Quadro 9 Desligando o produto

2.3.2 Produto no posto de trabalho do médico

O negatoscópio geralmente é localizado o mais próximo possível do usuário para facilitar o manejo. Como a maioria dos modelos de produto ficam fixos em paredes, os usuários acabam exercendo posturas desconfortáveis para utilizar. Observou-se que o usuário levanta-se constantemente de sua cadeira para poder manipular o negatoscópio e fixar a película, causando grande desconforto, pois é exigido do



Figura 16 Postura do médico ao analisar a radiografia.

mesmo realizar o movimento durante uma intensa jornada de trabalho, fig. 17.

O ser humano possui limites para exercer certos movimentos e posturas. Por isso, é tão importante que os produtos ofereçam o mínimo de esforço possível.

O negatoscópio é um produto destinado para uso de ambos os sexos, como homens e mulheres possuem medidas antropométricas distintas, algumas usuárias que possuem estatura menor que a média geral da população tem mais dificuldade em manuseá-lo. Como não existe regras que determine uma altura padrão para fixação deste produto, as mulheres com medidas de membros inferior que os homens, acabam exercendo muito esforço postural para utilizar do negatoscópio, obrigando-as a elevar o braço constantemente, o que pode provocar dores musculares durante a jornada. Por isso, quanto mais prático e adaptável o produto for, melhor atenderá as necessidades.

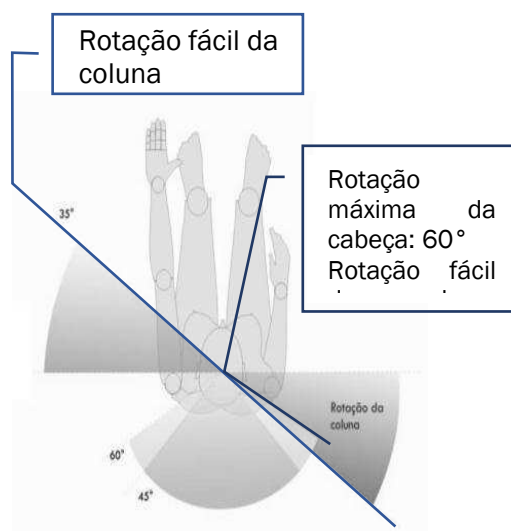


Figura 17 Postura assumida pela usuária

2.4 Análise morfológica

O objetivo dessa análise é apreender informações sobre a forma, material, textura, acabamento e cor, e como a junção desses elementos em seu entorno causam sensação cognitiva aos seus usuários. Para o estudo da concepção formal do produto, será tomado por referência os princípios da boa forma de Wong (2003) e Gomes e Filho.

O produto segue a tendência do formato retangular conforme os filmes radiológicos. Apresenta unidade formal bem definida, geometricamente remete um retângulo.

Possui características minimalistas, linguagem simples com redução formal e poucos elementos aparentes. Realça o aspecto da clareza e simplicidade em função do mínimo de unidade de forma, que pode ser observado até pela apresentação da neutralidade das cores utilizadas, predominando o branco.

Utiliza princípio de harmonia e equilíbrio, concordância e uniformidade entre as unidades de forma, carenagem, tela translúcida e botão de acionamento. A uniformidade entre os elementos passa a ideia de regularidade. Enquanto os planos geométricos, observa-se a simetria do produto, lado direito é igual ao esquerdo. É um produto que apresenta clareza e assimilidade, facilidade de codificação e compreensão dos elementos, leitura e compreensão de forma rápida do produto.

As propriedades translúcidas no acrílico leitoso transmitem e as cores neutras aliadas ao formato do material transmitem a ideia de leveza e até certa delicadeza do produto sob o ponto de vista sensorial. A carenagem em aço inoxidável transmite a sensação de frio. O acabamento e a textura do produto é lisa, que transmite conforto no toque e as extremidades vivas passam a sensação de agressividade.

2.5 Perfil do usuário

Os principais usuários do produto são os médicos, indivíduos que fazem parte da classe média alta, formação superior, bom poder aquisitivo, frequentam lugares caros, tem gosto requintado, estão sempre atualizados sobre tecnologia, tem padrão de vida elevado da maioria da população, são consumidores de marcas, de produtos caros e esteticamente atraivos.

2.6 Diretrizes do projeto

Após o coleta e análise dos dados foram definidos as diretrizes projetuais do projeto

Requisitos	Parâmetros
Estrutural	
<ul style="list-style-type: none"> Sistema de acionamento de luz elétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> Por botão de dois estágios.
<ul style="list-style-type: none"> Sistema de fixação de películas prático. 	<ul style="list-style-type: none"> Encaixe por deslizamento.
<ul style="list-style-type: none"> Sistema de alimentação pela rede elétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> Uso de fonte de alimentação com entrada bivolt 110/240V se saída de 12V 1A.
Ergonomia	
<ul style="list-style-type: none"> Possuir pegadas confortáveis. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar as medidas médias antropométricas de ambos sexos (masculino média 187,95mm e feminino média 171,03mm).
Mobilidade	
<ul style="list-style-type: none"> Possuir mobilidade da utilização- usar na mesa e parede. 	<ul style="list-style-type: none"> Para mesa: base universal para notebook que suporte peso mínimo de 2 quilos. Para parede: possuir encaixe fêmea para suporte universal de monitor de computador e TV com o diâmetro mínimo de 0,8mm.

Morfológico, Estético e Semântico	
<ul style="list-style-type: none"> O produto deve distribuir uniformemente a luz sobre o anteparo translúcido. 	<ul style="list-style-type: none"> O foco de luz deve ultrapassar a dimensão mínima de 40cmx40cm.
<ul style="list-style-type: none"> Possuir limpeza visual. 	<ul style="list-style-type: none"> Circuito do convenção elétrico e fixação embutidos no produto.
<ul style="list-style-type: none"> Possuir cor harmoniosa com o ambiente de uso. 	<ul style="list-style-type: none"> Cores acromáticas e pastéis.
<ul style="list-style-type: none"> Manter a linguagem estética com demais equipamentos médicos hospitalares 	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar polímeros tipo pp e tons monocromáticos: branco, cinza, azul pouco saturado.
Funcional	
<ul style="list-style-type: none"> Utilizar iluminação que ofereça baixo consumo com luminância superior a 1.700 lux. 	<ul style="list-style-type: none"> Fita de led, com com mínimo 100 lm/w. luz branca, .

Quadro 10 Requisitos e Parâmetros.

3 Concepção de design

3.1 Materias e métodos

Existe atualmente uma infinidade de métodos, técnicas e ferramentas dedicadas ao desenvolvimento de projetos de produtos. O designer deve estabelecer metas claras para execução do projeto. De acordo com Baxter (2003) uma atividade projetual necessita de “uso de métodos sistemáticos”. A importância deste planejamento está na necessidade do estabelecimento de metas com a finalidade de permitir controle sobre processos operacionais para o alcance de metas, o que proporciona a organização das ideias e a cronologia do projeto.

Para o desenvolvimento deste projeto foram consideradas metodologia de Baxter e Lobac. Após definir um problema, foram

coletados e analisados dados referente ao mesmo. Com os dados coletados, definiu-se as diretrizes projetuais para o projeto e iniciou-se a fase de criação de conceitos com auxílio da técnicas de criatividade com uso de painel semântico. A técnica do painel semântico consiste elaborar um painel com imagens que servem de referência visual para o projeto. Após a criação do painel de referência, são extraídas as formas contornando siluetas das imagens. Com as figuras geradas inicia-se o processo de criação, realizando várias alternativas com base na silueta inicial.

3.2 Painéis Semânticos

Para o desenvolvimentos dos conceitos, se deu inicio a partir de paineis semânticos, ou seja, seleções de imagens para obtenção de inspirações e referências para o desenvolvimento do projeto. Foram selecionadas imagens de produtos que remetem a perspecção formal de simplicidade e minimalismo.

Estas palavras são provenientes das análises realizadas e das observações in loco. O tamanho do anteparo é um fator limitante para o produto, deste modo, buscou-se deixa-los o mais discreto possível no ambiente e ocupar menor espaço.



Figura 18 Painel semântico de minimalismo.

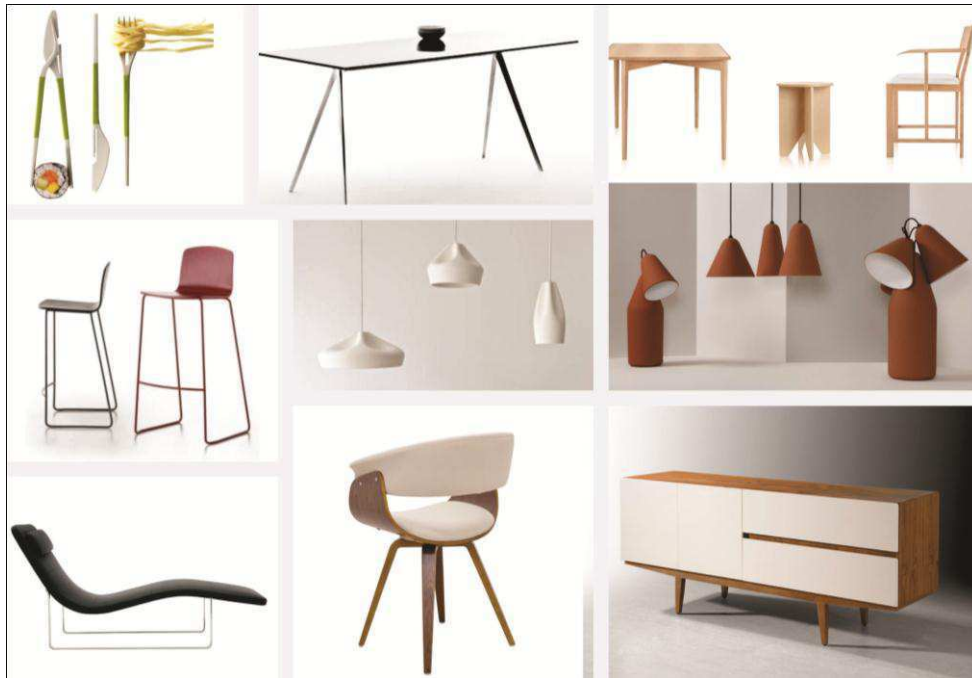
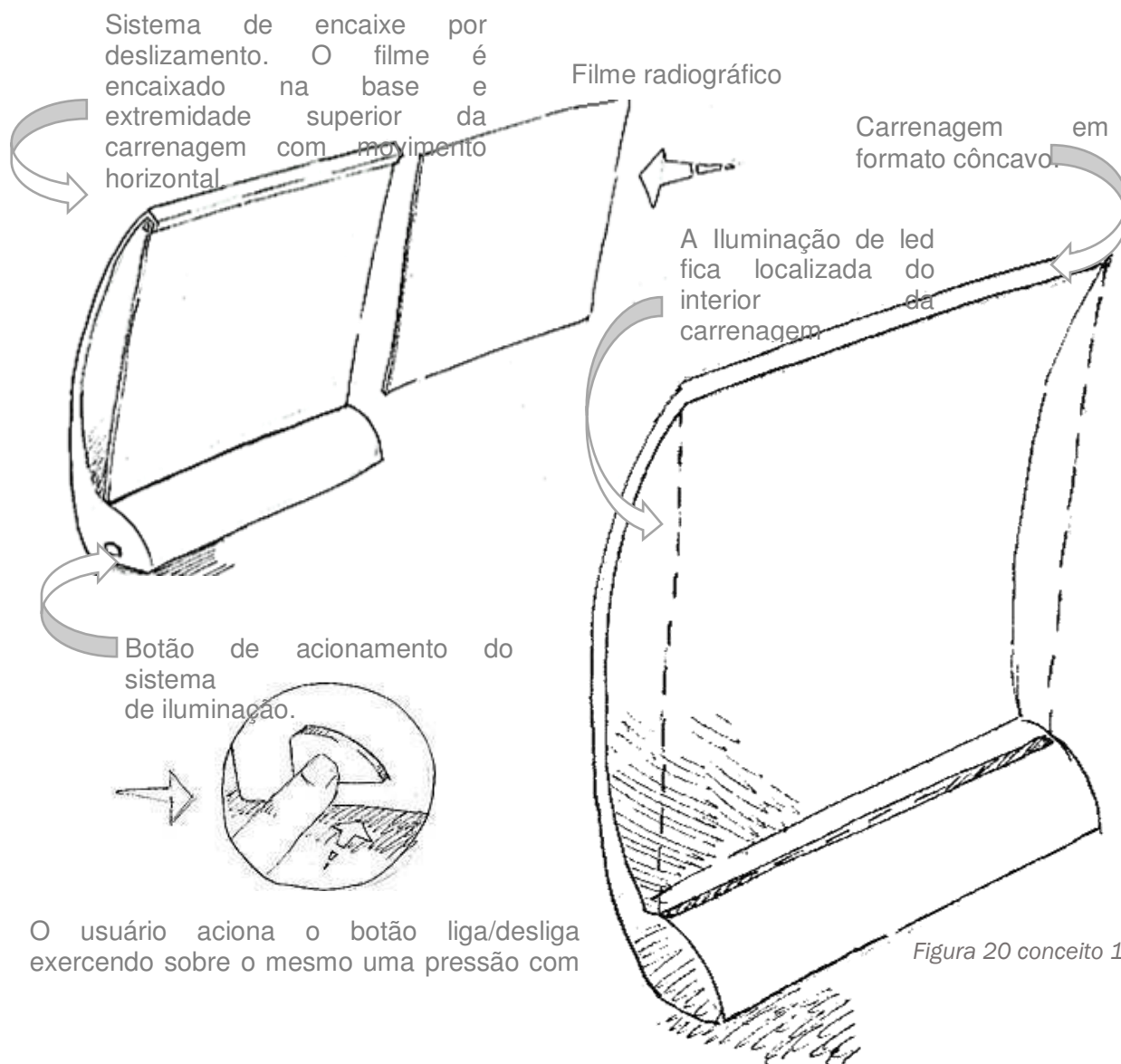


Figura 19 Painel semântico de simplicidade.

4 Conceitos

Conceito 1

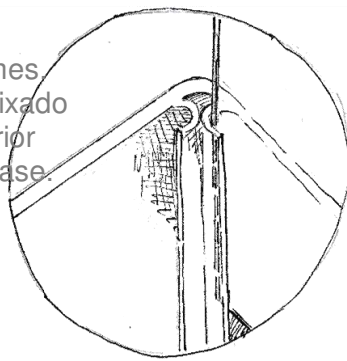
O conceito 1 apresenta duas partes em sua concepção formal, carenagem e anteparo. A carenagem possui formato côncavo, cuja superfície é mais profunda no centro do que na extremidade. A base da carenagem tem espessura maior que o restante da estrutura, permitindo que produto fique em equilíbrio vertical, este aspecto formal transmite a segmento e movimento. Um anteparo em formato retangular é posicionado nas arestas da carenagem. O sistema de iluminação fica localizado na parte interior da carenagem côncava



Conceito 2

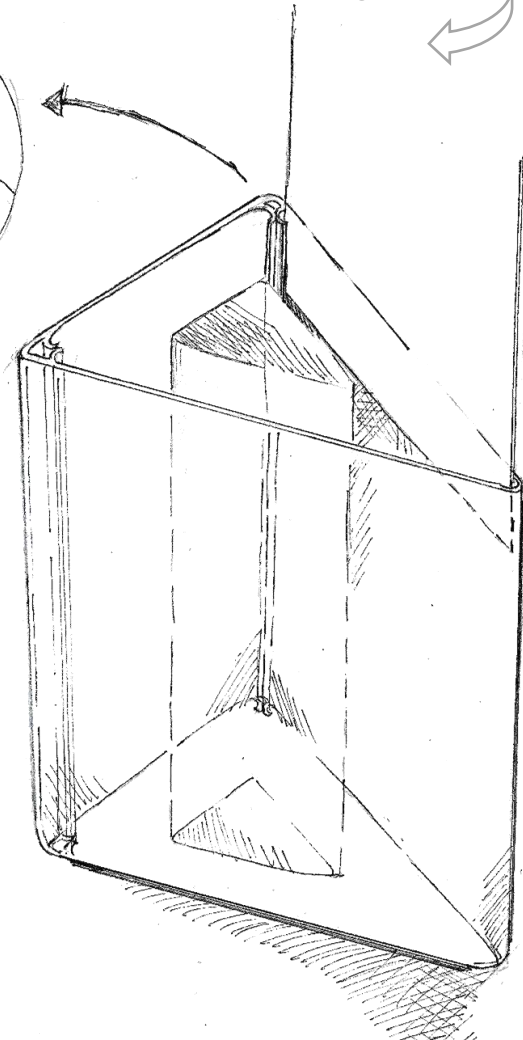
O conceito 2 apresenta simplicidade formal. A carenagem possui formato de triângulo escaleno, com três lados diferentes, onde cada lado remete a um tamanho específico de filme com mecanismo de fixação por deslizamento. No interior da carenagem se localiza o sistema de iluminação que segue a concepção formal harmônica com o exterior. O conceito do produto transmite a sensação de estabilidade. A estrutura possui ângulos salientes que transmitem a sensação de agressividade.

Detalhe do encaixe dos filmes.
O filme radiográfico é encaixado deslizando-o da área superior da carenagem até a sua base.

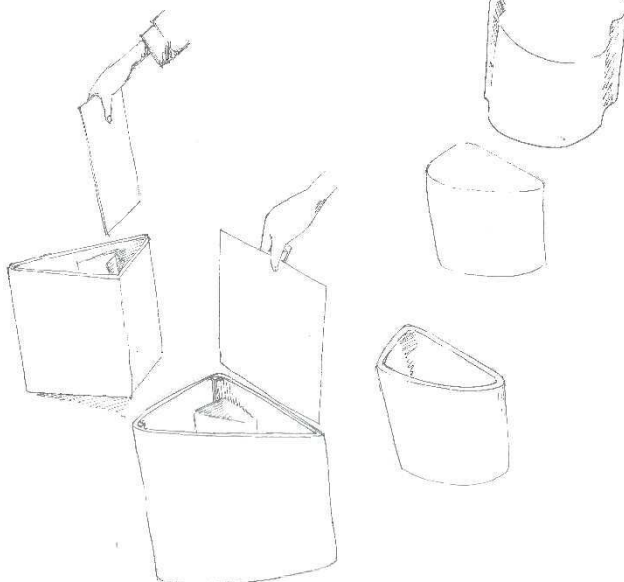


Carenagem em formato triangular em material translúcido. No interior localiza-se o sistema de iluminação que corresponde ao mesmo formato exterior.

Filme sendo encaixado na carenagem



Forma inicial,
Geração do conceito



Conceito 3

O conceito de produto apresenta uma carenagem que fixa o anteparo em uma das extremidades e o sistema de iluminação na outra extremidade. O filme é fixado na estrutura utilizando encaixe macho e fêmea. O conceito transmite a sensação de robustez, de ser forte e rígido e de ser instável. Apresenta incoerência formal e assimetria.

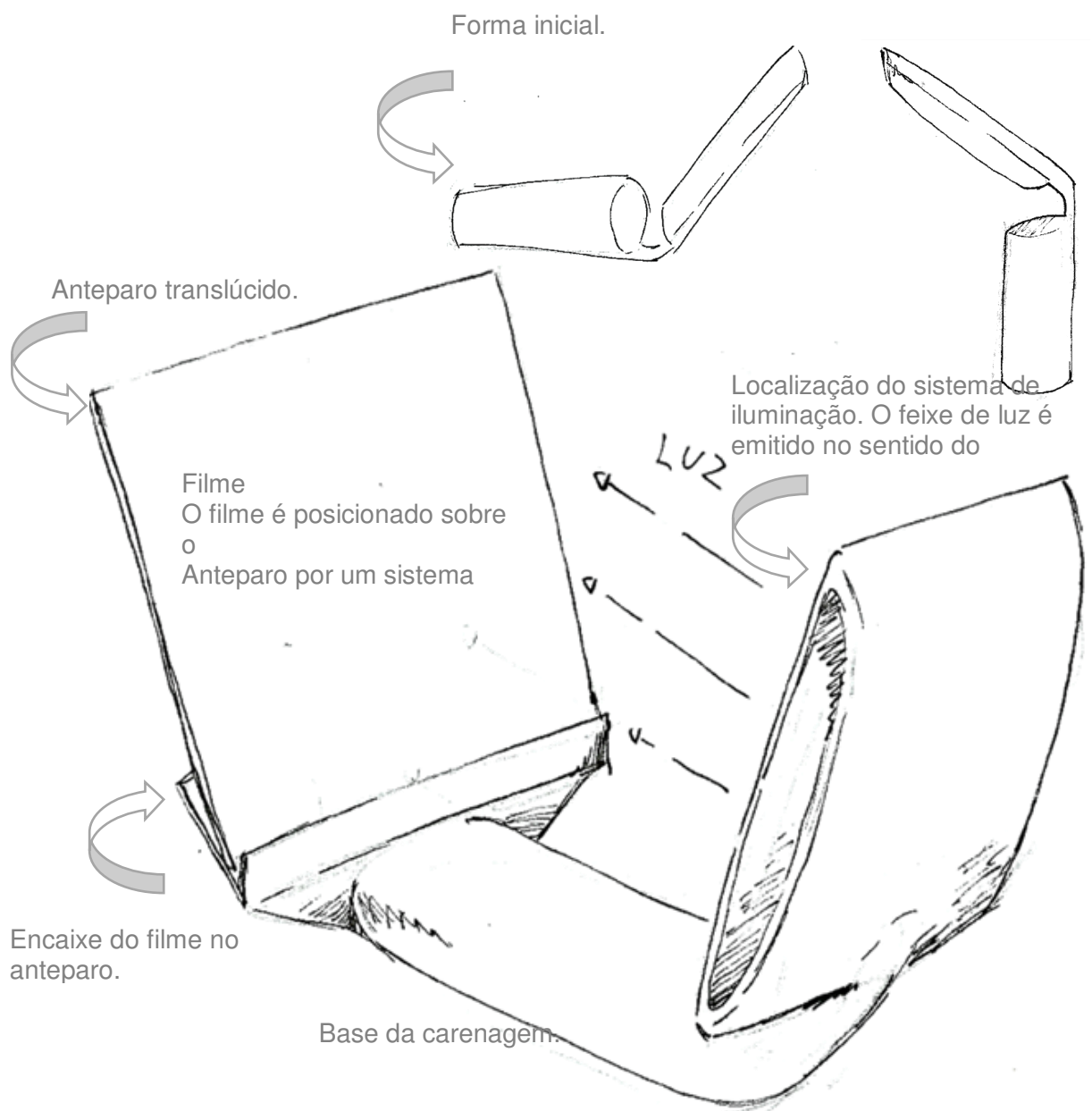


Figura 22 Conceito 3

Conceito 4

Conceito de produto que apresenta forma côncava. Transmite a ideia de leveza por apresentar espessura ultrafina e de profundidade em virtude da curvatura. O interior da estrutura possui sistemas de dobramento que permite inserir o filme deslizando sobre as aberturas.

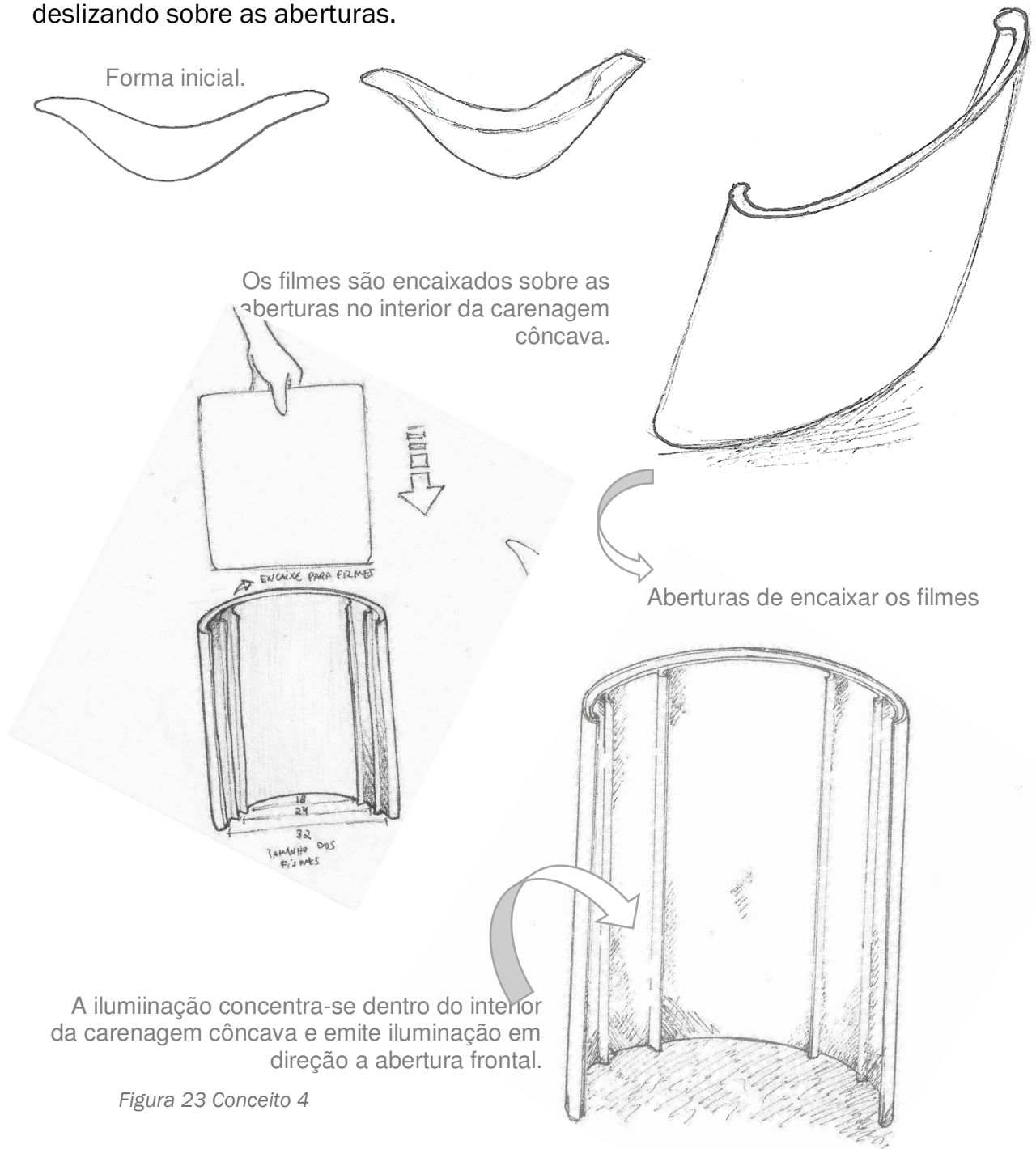


Figura 23 Conceito 4

Conceito 5

O conceito do produto foi inspirado em formas curvas, lembra estruturalmente a letra 'U'. A estrutura formal do produto apresenta unidade formal integrando o anteparo e o sistema de iluminação em uma única estrutura. O posicionamento do sistema de iluminação favorece a iluminação do anteparo de modo homogêneo.

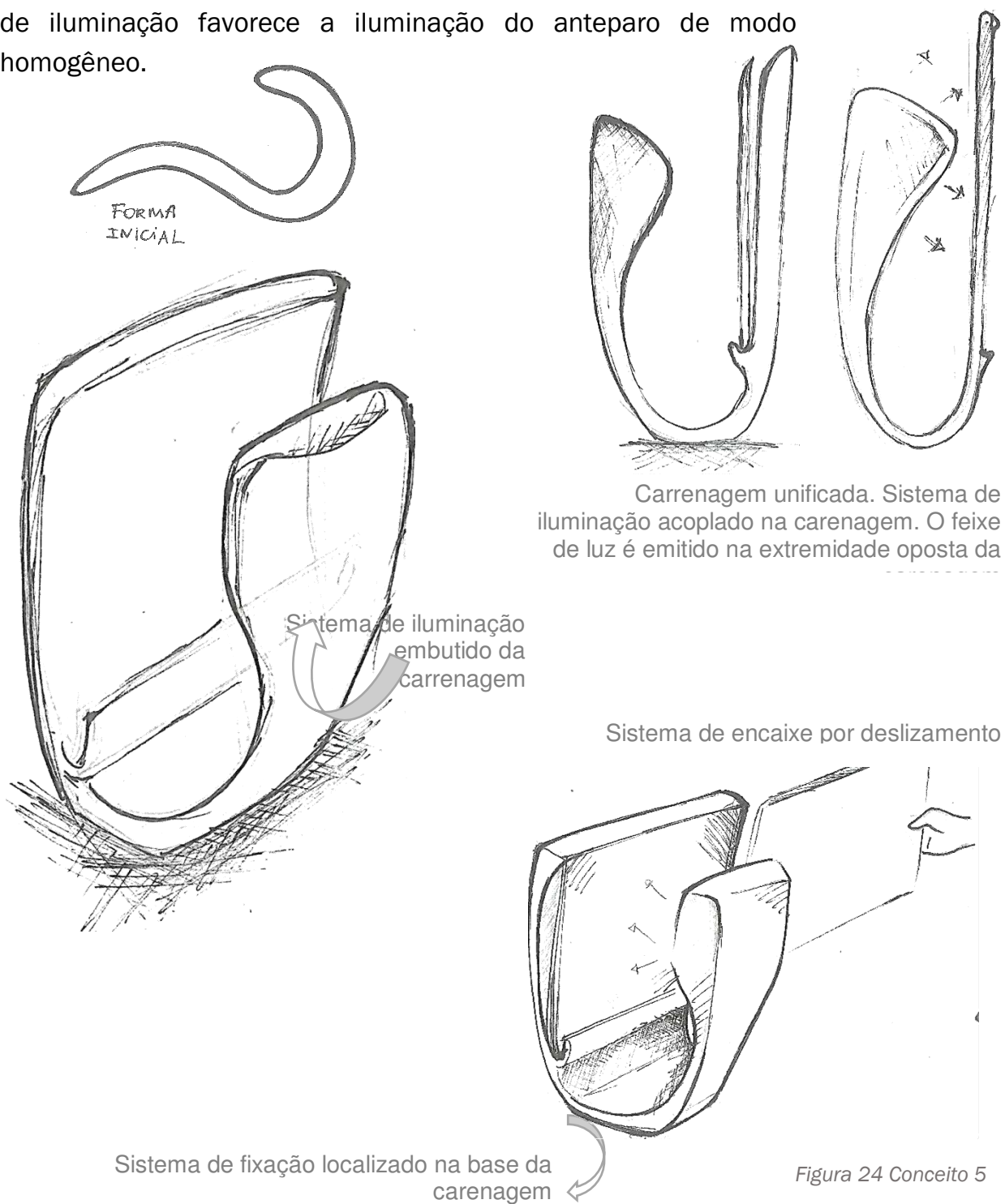


Figura 24 Conceito 5

4.1.1 Escolha do conceito

A escolha do conceito final se deu através da análise crítica do projeto tendo base os requisitos e parâmetros. Essa análise se deu atribuindo nota 0 para o conceito que não se adequa requisito, 3 para que se adequa parcialmente ao requisito e 5 para os que se adequa. O conceito com maior pontuação será escolhido.

Requisitos	Conceitos				
	1	2	3	4	5
• Sistema de acionamento de luz.	5	5	5	5	5
• Sistema de fixação prático.	3	3	5	3	5
• Sistema de alimentação pela rede elétrica.	5	5	5	5	5
• Possuir pegas confortáveis.	3	0	5	0	5
• Possuir mobilidade da utilização.	0	3	3	3	3
• O produto deve distribuir uniformemente a luz sobre o anteparo translúcido.	5	5	0	5	5
• Possuir limpeza visual.	5	5	5	0	5
• Possuir cor harmoniosa com o ambiente de uso.	5	5	5	5	5
• Manter a linguagem estética com demais equipamentos médicos hospitalares	3	0	0	0	3
• Utilizar iluminação que ofereça baixo consumo com luminância superior a 1.700 lux.	5	5	5	5	5
Resultado	39	46	48	31	56

De acordo com a análise crítica o conceito escolhido foi o conceito 5.

Figura 25 Tabela de análise do conceito.

4.2 Refinamento da forma

Nesse tópico será apresentado diversas variações de formas para o conceito escolhido a fim de chegar em formas mais harmônicas, simples e minimalista.

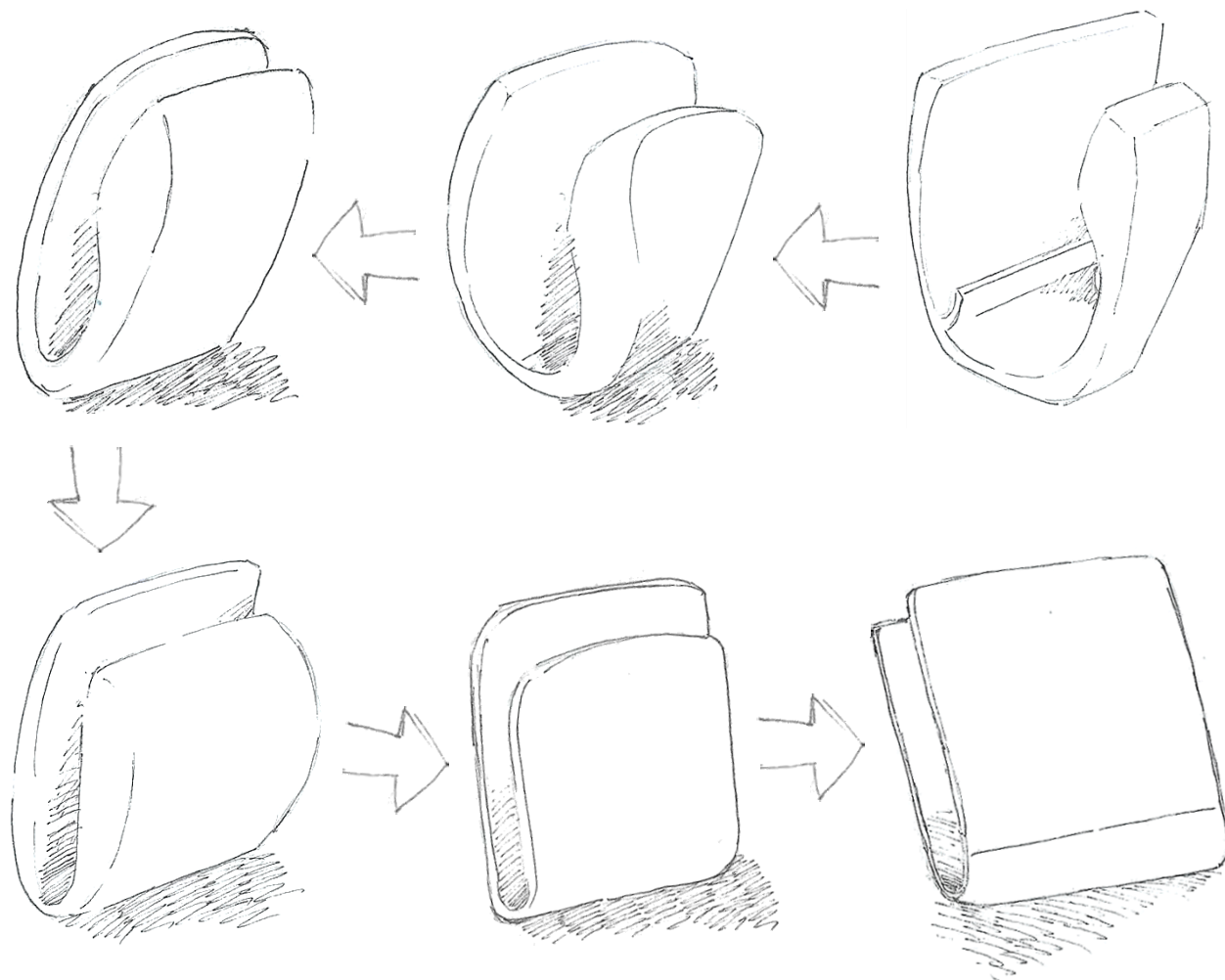


Figura 26 Refinamento do conceito 5

4.2.1 Testes de iluminação

Foi realizado um estudo de experimentação sobre a iluminação interna do produto com o objetivo de encontrar homogeneidade da emissão de luz com lâmpadas de led. Como verificamos na análise dos sistemas, as lâmpadas de led oferecem desempenho superior em relação as fluorescentes tubulares, apresentando alta luminosidade, longa duração, baixo consumo de energia e não geram calor, além de serem extremamente compactas. Para o estudo de iluminação foram utilizados os seguintes materiais:

Caixa em papelão (dimensões: 44cm de comprimento, 36cm de altura e 3cm de largura), fita de led (para realização do estudo, optou-se por utilizar a fita de led de luz branca, pois além de ser compacta, um metro da fita atinge 1.200 lúmenes), plástico adesivo nas cores branca e metálico, tela em acrílico leitoso, fita durex, fio, conector e plugue. Fig. 28.

A caixa em papelão foi utilizada para simular a carenagem do produto. A fita de led foi posicionada no seu interior com auxílio de durex. Optou-se pela disposição da fita em fileiras horizontais pois permite atingir todas as extremidades do produto, incluindo as bordas.



Figura 27 Teste de iluminação na carenagem



Figura 30 Caixa sem anteparo

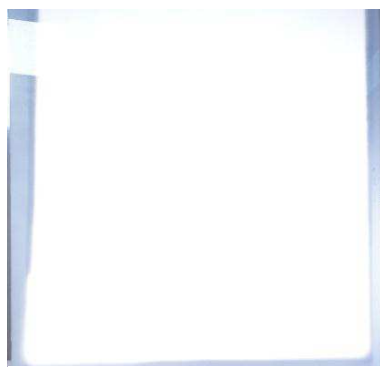


Figura 28 Caixa com anteparo.

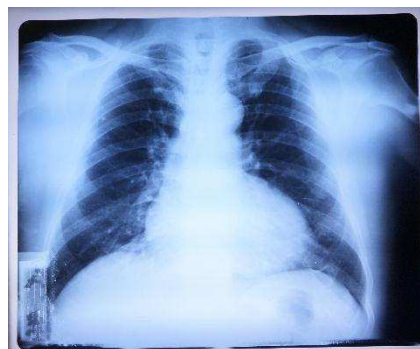
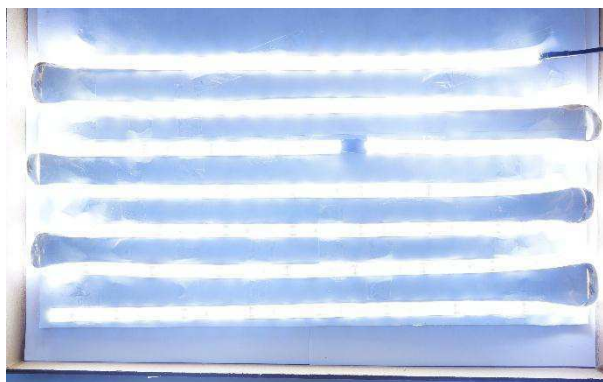


Figura 29 Caixa com anteparo e filme.

O estudo foi iniciado fixando as fitas de led numa distancia de 4 cm de uma fileira para outra sobre um fundo em adesivo branco, pois esta cor auxilia na maior propragação dos feixes de luz.

Figura 32 Teste de iluminação 1

Figura 31 Teste de iluminação 2



f/10



13s



35mm

ISO

400



f/10



13s



35mm

ISO

400

Após a realização do teste, observou-se que a fitas de led devem está a uma distância mínima de 3cm para apresentar uniformidade no anteparo.

5 Projeto

Será apresentado e descrito o negatoscópio em sua concepção estrutural, funcional, ergonômica, morfológica e estética.

5.1 Produto final

O produto final trata-se de um negatoscópio para visualização de películas radiográficas dotado de sistema de iluminação e anteparo translúcido.

Com uma abordagem contemporânea focada na praticidade e minimalismo, o Illuminare Rx é uma proposta de redesenho dos modelos tradicionais de negatoscópio, que garante economia de energia com emprego de luz de led, legibilidade na leitura das películas radiográficas através da uniformidade da iluminação, uso de sistemas simples de acionamento de luz e fixação de películas, bom acabamento e simples concepção formal. É um produto destinado para ser



utilizado em consultórios médicos, por clínicos gerais e especialistas com o intuito de aperfeiçoar a performance diagnóstica mediante um produto eficiente e esteticamente atrativo, que possibilita mobilidade de uso em superfícies horizontais e verticais.

Figura 33 renderign do produto final-Illuminare RX

5.1.1 Concepção estrutural e funcional

O produto final possui uma concepção formal limpa. É composto por duas partes: carrenagem e sistema de iluminação. A carrenagem é confeccionada em acrílico branco leitoso que permite a passagem da luz de maneira uniforme. No interior da carrenagem encontra-se localizado o sistema de iluminação. A alimentação do sistema de iluminação fica acoplada dentro de um tubo localizado na base do produto. É um produto de baixa complexidade estrutural, sem mecanismo complexos ou vários elementos aparentes.

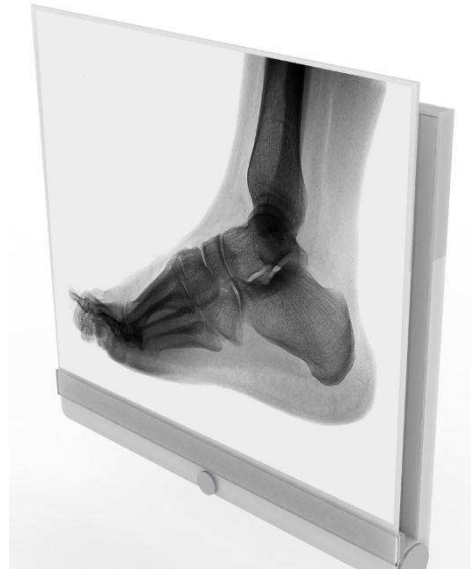


Figura 34 Rendering com radiografia

Conforme o levantamento de dados das análises iniciais, as luzes de led se mostraram eficientes para aplicação no produto. O fato delas serem extremamente compactas possibilitou que o produto ficasse mais leve e com dimensionamento menor. Figura 37.

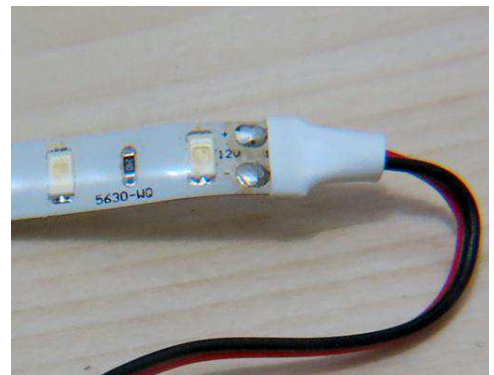


Figura 36 Fita de led

O sistema de fixação de películas fica posicionado no entorno da base do produto. O funcionamento do mesmo ocorre pelo princípio funcional dos encaixes macho e fêmea, onde um lado positivo encaixa-se no negativo, Figura 38.



Figura 37 Sistema de fixação de películas

Para possibilitar o uso do produto em superfícies planas verticais, ficará embutido entre a placa do circuito de led e a carrenagem uma placa com 04 encaixes fêmeas para entrada de encaixes universais macho e fêmea articulável de monitores de computadores e televisores, conforme fig. 39.

A mobilidade do sistema permite ajustar o altura, além de atingir variedades de ângulos. O uso deste sistema atenderá as necessidades do usuários, sejam eles do sexo feminino ou masculino, pois permitirá manusear o produto com praticidade e menor esforço muscular.

Além da possibilidade de utilizar o produto sobre superfícies verticais fixas, mas possuir mobilidade e ajustes rápidos, o produto poderá ser utilizado sobre superfícies planas horizontais com uso de bases universais para notebooks.

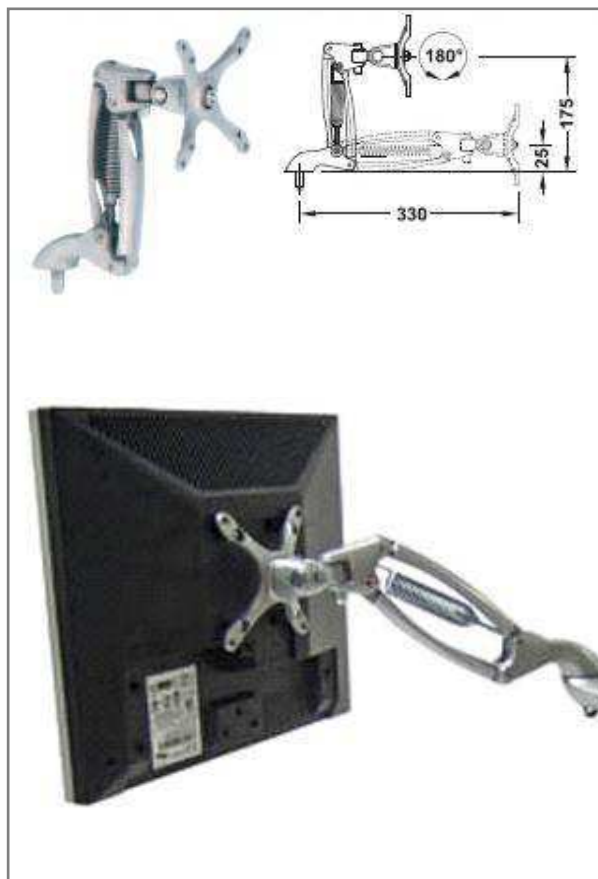


Figura 38 sistema articulável

5.1.2 Relação com ambiente

O negatoscópio é um produto para ser utilizado em consultórios hospitalares e clínicas, principalmente em consultórios. Que são espaços pequenos, sujeitos a impurezas, mas que são constantemente higienizados.

É um ambiente que possui no mínimo iluminação artificial, por isso, a mobilidade do produto no ambiente é importante para evitar áreas de reflexos que podem comprometer o laudo.

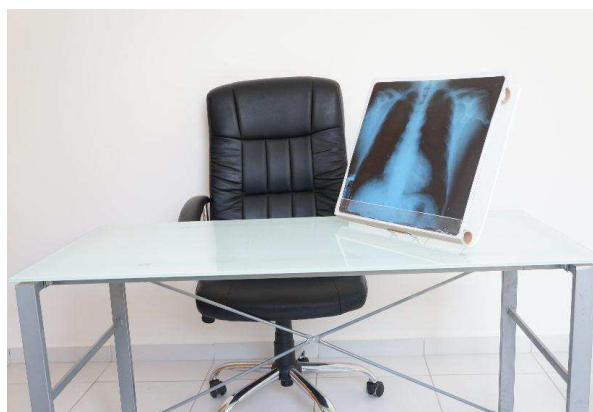
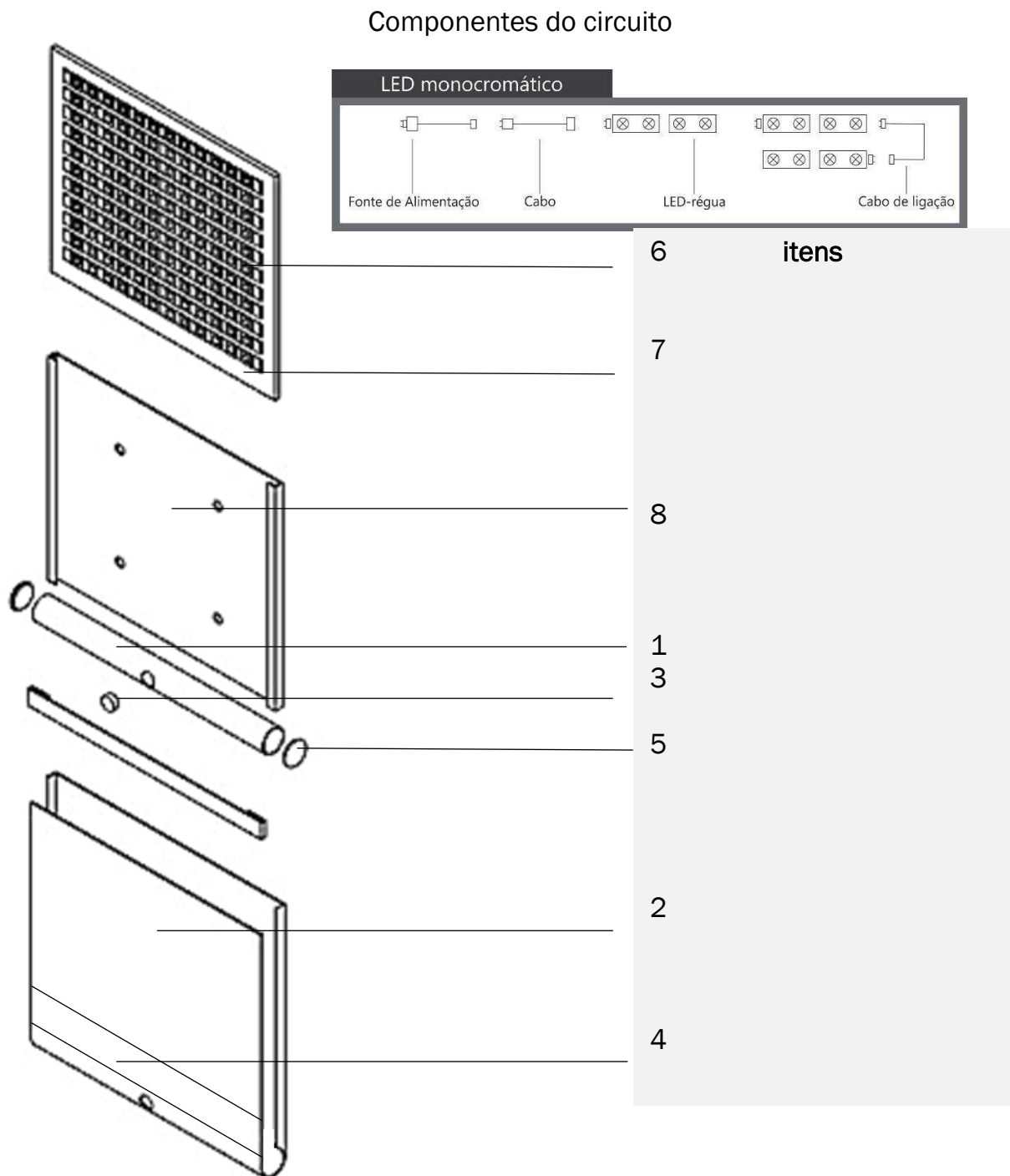


Figura 39 ambiente de uso

5.1.3 Partes e componentes



Quadro Estrutural do Produto Final

Item	Nome	Função	Material	Acabamento
1	Tubo	Armazenar o circuito de alimentação elétrica	Aço inoxidável	Liso

2	Carrenagem	Estrutural e permitir a passagem de luz de maneira homogênea.	Acrílico branco leitoso	Liso
3	Interruptor	Ligar/desliga	Polímero pp	Liso
4	Sistema de fixação de películas	Fixar películas	acetato	Liso
5	Naípe	Fechar o tubo	Aço inoxidável	Liso
6	Placa do sistema de iluminação	Suporte do sistema de led	Acrílico branco leitoso	Liso
7	Adesivo metálico	Favorecer o efeito de reflexão da luz	Vinil	Liso
8	Placa com furos do encaixe macho/fêmea	Permitir acomodar sistema universal de encaixe	-	Liso

Quadro 11 Quadro estrutural do produto final.

5.1.4 Concepção ergonomia e usabilidade

Descrição das posturas, pegas e manejos na interação usuário e produto.




Foi confeccionado um mockup volumétrico (utilizou-se uma chapa de acrílico branco e cano pvc) com dimensionamentos iguais ao produto final para estudo de pegadas e manejos.


Para este estudo foi realizado registro fotográfico.

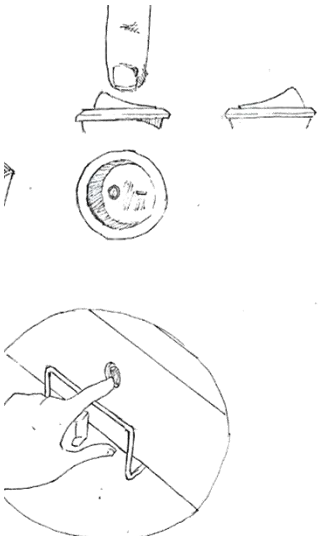
Tarefa 1



Será utilizado base universal para notebooks quando o produto for posicionado sobre superfície horizontal.
Tarefa: Encaixar o filme em uma base universal.
Descrição: O usuário utiliza ambas as mãos para elevar o produto e o direciona até a base.
Tipo de movimento: preensão de precisão
Tipo de preensão: preensão pentadigital
Tipo de manejo: grosseiro
Posição do pulso no momento do manejo: supinação e pronação.
Resultado esperado: produto sobre a base encimada da superfície.
 Observa.

 <p>Tarefa 2</p>	<p>Tarefa: ligar o produto ao sistema elétrico Descrição: O usuário segura o plugue com a mão direita e aproxima da tomada, encaixando os dois elementos. Tipo de movimento: preênsil Tipo de preensão: preensão de gancho Tipo de manejo: grosseiro Posição do pulso no momento do manejo: supinação radial. Resultado esperado: os elementos são encaixados.</p>
 <p>Tarefa 3</p>	<p>Tarefa: Fixar a radiografia Descrição: com uso de ambas as mãos o usuário segura a radiografia e direciona até o anteparo. Tipo de movimento: preênsil de precisão Tipo de preensão: preensão digital Tipo de manejo: grosseiro Postura: sentado Posição do pulso no momento do manejo: pronação. Resultado esperado: fixação da película.</p>
 <p>Tarefa 4</p>	<p>Tarefa: ligar o botão de acionamento liga/desliga. Descrição: o usuário aproxima o dedo indicador e muda o estágio do botão para o lado liga. Tipo de movimento: preênsil de precisão Tipo de preensão: preensão Tipo de manejo: grosseiro Postura: sentado Posição do pulso no momento do manejo: Paralelo a superfície horizontal. Resultado esperado: acionamento do sistema de iluminação.</p>

 <p>Tarefa 5</p>	<p>Tarefa: Analisar a radiografia</p> <p>Descrição: O usuário permanece com as mãos livres e observa a imagem radiográfica.</p> <p>Resultado esperado: que o usuário consiga enxergar a imagem radiográfica com legibilidade e sem realizar desconfortos posturais.</p>
--	--

<p>tarefa 6</p> 	<p>Tarefa: desligar o sistema de iluminação</p> <p>Descrição: o usuário aproxima o dedo em direção ao botão. Com o uso do polegar ele muda a posição do botão fazendo com que ocorra um feedback visual iluminando a tela translúcida.</p> <p>Tipo de movimento: preênsil</p> <p>Tipo de preensão: preensão digital</p> <p>Tipo de manejo: grosseiro</p> <p>Posição do pulso no momento do manejo: pronação radial.</p> <p>Resultado: desligamento do sistema de iluminação.</p>
---	---

Pegas, manejos e posturas assumidas pelo usuário para fixar o produto em superfícies planas verticais.

tarefa 01



Tarefa: Encaixar do filme em um suporte universal.

Descrição: O usuário direciona a carenagem até o sistema articulável e encaixa os pinos do sistema nos furos da área posterior do produto.

Tipo de movimento: preênsil de precisão

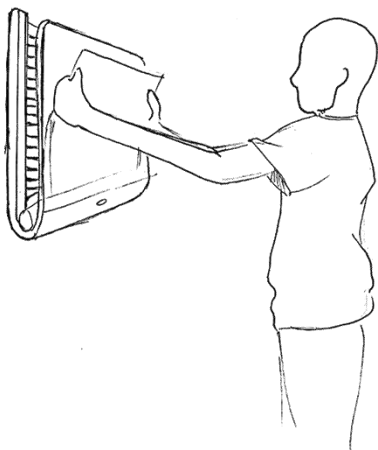
Tipo de preensão: preensão pentadigital

Tipo de manejo: grosseiro

Posição do pulso no momento do manejo: supinação e pronação.

Resultado: fixação da carrenagem no sistema.

Tarefa 02



Tarefa: Fixar a radiografia

Descrição: com uso de ambas as mãos o usuário segura a radiografia e direciona até o anteparo.

Tipo de movimento: preênsil de precisão

Tipo de preensão: preensão digital

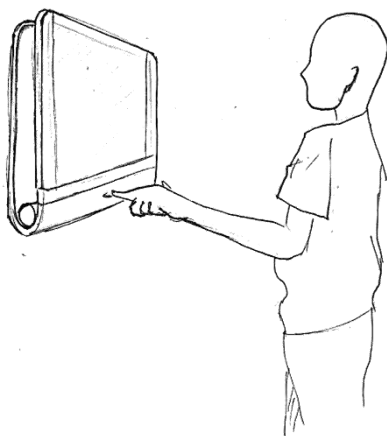
Tipo de manejo: grosseiro

Postura: sentado

Posição do pulso no momento do manejo: pronação.

Resultado esperado: fixação da película.

Tarefa 03



Tarefa: Fixar a radiografia

Descrição: com uso de ambas as mãos o operador segura a radiografia e direciona até o anteparo.

Tipo de movimento: preênsil de precisão

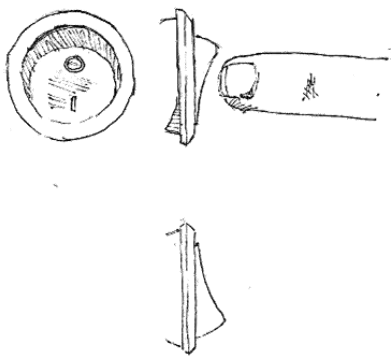
Tipo de preensão: preensão digital

Tipo de manejo: grosseiro

Postura: sentado


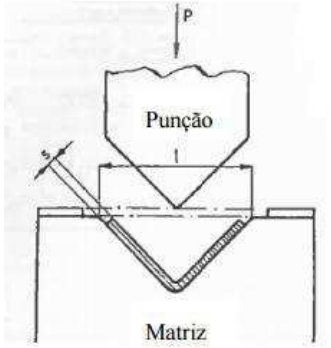
Posição do pulso no momento do manejo: pronação.


Resultado esperado: fixação da película.

<p>Tarefa 04</p> 	<p>Tarefa: desligar o sistema de iluminação Descrição: o usuário aproxima o dedo em direção ao botão. Com o uso do polegar ele muda a posição do botão fazendo com que ocorra um feedback visual iluminando a tela translúcida. Tipo de movimento: preênsil Tipo de preensão: preensão digital Tipo de manejo: grosseiro Posição do pulso no momento do manejo: pronação radial. Resultado: desligamento do sistema de iluminação.</p>
--	---

5.1.5 Materiais e processos de fabricação

No quadro abaixo verifica-se as partes do produto, o material e o processo de fabricação

Parte	Material	Processo de fabricação
<p>Tubo do sistema elétrico</p>	<p>Aço inoxidável</p> <p>Características: Características: Bom acabamento Durabilidade Resistência à corrosão Resistência impactos Bom acabamento Facilidade de higienização</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Corte a laser <p>Utilização de maquinário.</p> <p>O tudo é marcado no lugar do corte, o feixe de luz coerente e concentrado é direcionado até o local demarcado. As estimulações eletrônicas geradas gera uma energia em um meio ativo- sólido, líquido ou gasoso. O feixe de luz provoca a fusão.</p> 
<p>Carrenagem</p>	<p>Acrílico branco leitoso</p> <p>Características: Propriedade translúcida Leveza Relação custo benefício favorável Facilidade de higienização</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Corte a laser • Dobramento de chapa. <p>Inicialmente a chapa é demarcada nas medidas do produto, após as medidas demarcadas realiza-se o corte a laser. Depois de cortada, a chapa é colocada sobre uma matriz com tubo aquecido, a chapa é</p> 

	Acabamento liso	aproximada até se conformar na mesmo diâmetro do tubo.
Sistema de fixação de películas	Acrílico Características: Propriedade translúcida Acabamento liso Resistente a Tração de 18-19 km	<ul style="list-style-type: none"> União adesiva <p>As parte são aproximadas e colocado a resina no local que presende-se unir.</p> 

Quadro 12 Quadro estrutural do produto final.

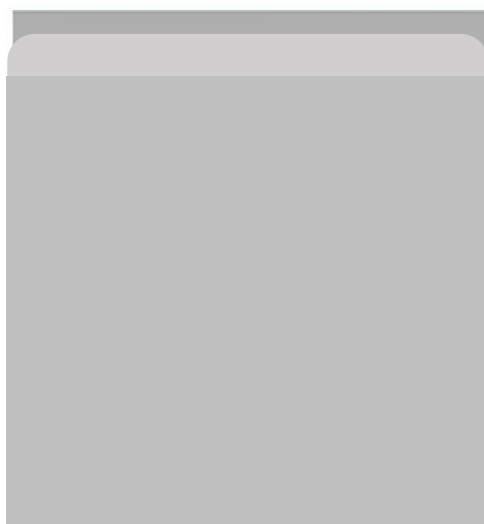
5.2 Detalhamento técnico

Nessa etapa será apresentado todo detalhamento técnico referente ao produto final como vistas ortogonais, perspectiva explodida e o desenho técnico.

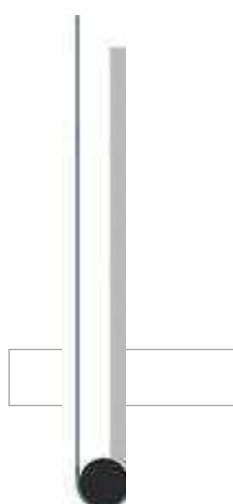
. Vistas ortogonais do negatoscópio



Vista inferior



vista frontal



vista lateral dir.



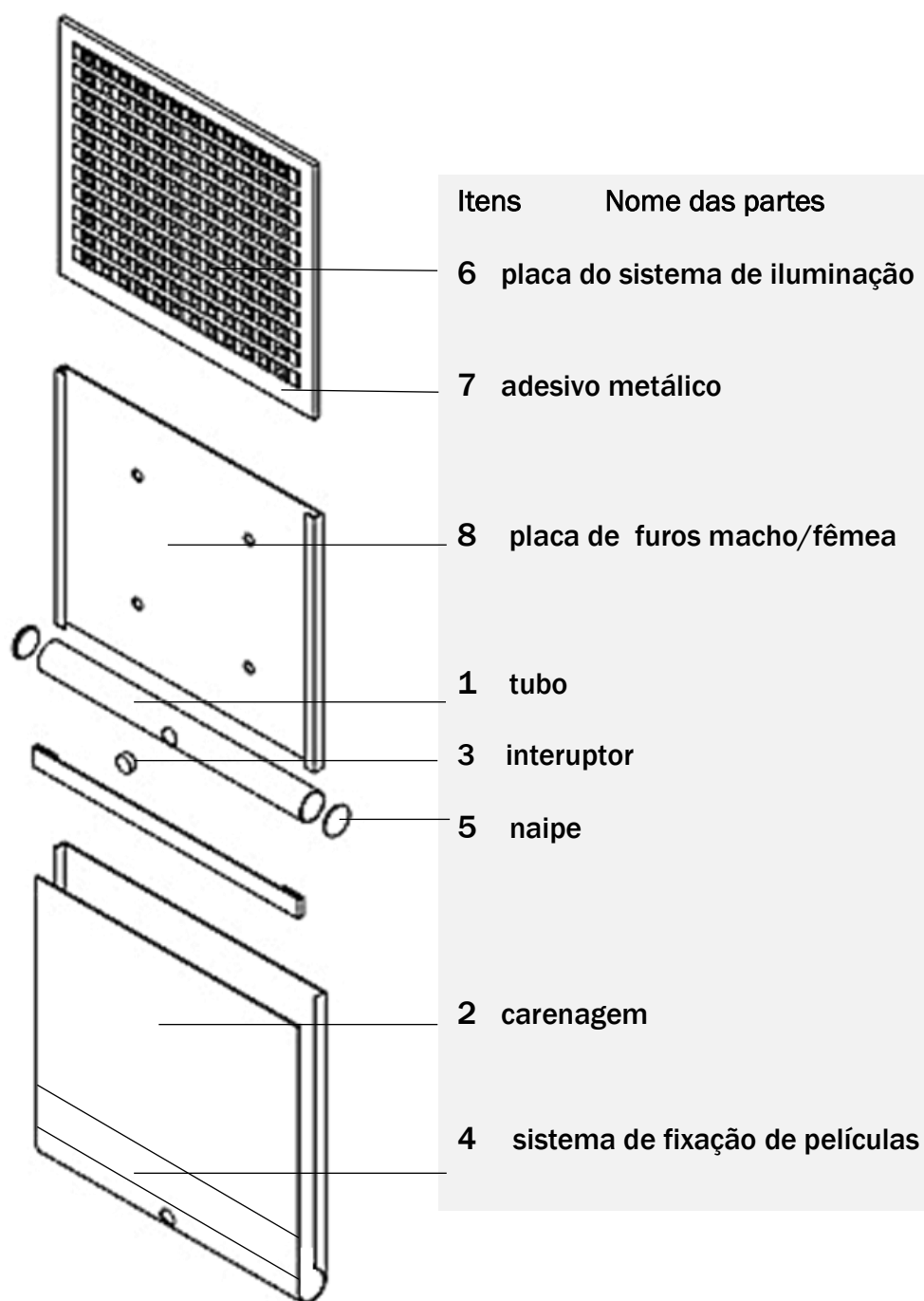
vista posterior



Vista superior

Figura 40 Vistas ortogonais do produto final.

5.2.1 Perspectiva explodida



5.3 Partes e detalhe técnico

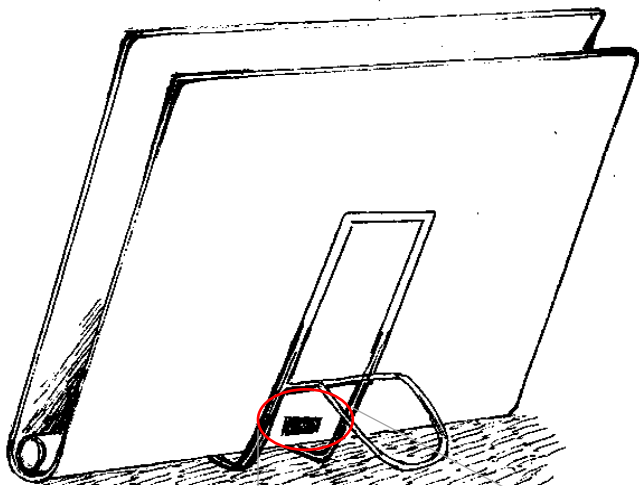


Figura 41 Sistema de encaixe do plugue



A figura 42 representa o destaque do plugue e do conectos do sistema elétrico. O mecanismo com encaixe macho e fêmea facilita a mobilidade do negatoscópio, armazenamento e transporte.

5.4 Aplicação da Cor

De acordo com os requisitos e parâmetros a cor branca presente no acrílico leitoso será utilizada na estrutura da tela pois permite que a luz se propague de forma suficiente para leitura das películas radiológicas.

O uso da cor branca é predominante em equipamentos e produtos médicos hospitalares em virtude de questões assépticas. Segundo Pereira (2013), é uma cor que remete a harmonia, pureza, simplicidade e paz. Este estudo levou em consideração as cores predominantes em outros produtos médicos hospitalares.

A cor azul marca maturidade, sensação de frescor e higiene; o verde remete a calma, expressa natureza, equilíbrio; já o cinza é uma cor da neutralidade e remete a tecnologia; e o preto confere significado negativos como morte e tristeza, mas também é uma cor que remete a elegância e sofisticação.

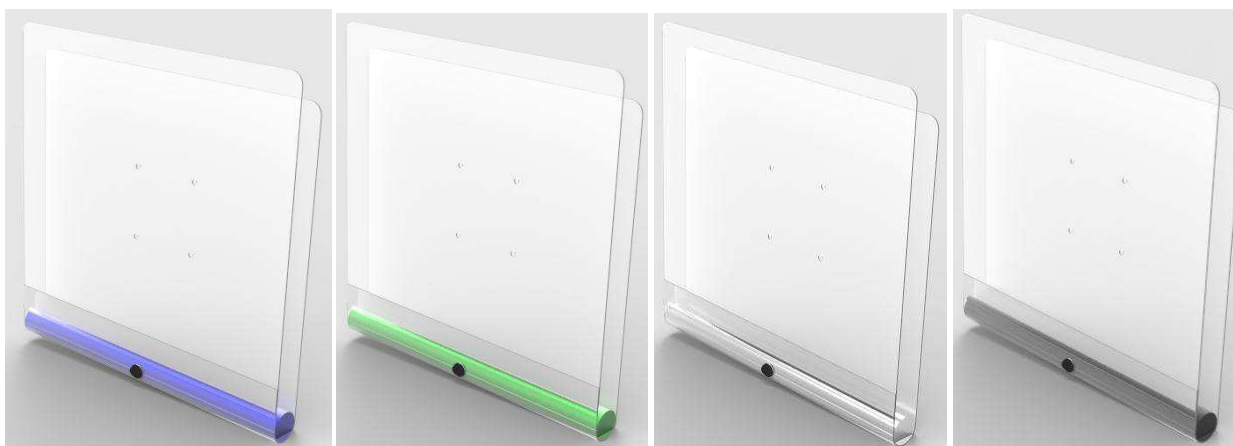


Figura 42 Estudo de cor do produto final.

Levando em consideração a simbologia das cores, concluiu-se que as cores cinza e preto correspondem com mais veracidade aos requisitos e parâmetros do projeto, o cinza reforça a neutralidade e o preto a sofisticação.

5.5 Apresentação Morfológica

O produto apresenta em sua concepção formal características como harmonia, simetria e minimalismo. A concepção formal remete a forma da letra U. A abertura nas laterais e a transparência em virtude do material transmitem a ideia de leveza. As aberturas superiores passam a sensação de segmento. A cor branca transmite a ideia ser algo higienizado. É um produto simples, sem complexidade formal, com bom acabamento, textura lisa.

6 Considerações Finais

Ao fim do projeto, foram propostas sugestões que contribuem para que o produto se diferencie dos demais do mercado e atenda aos necessidades de seus usuários, com uma abordagem contemporânea focada na praticidade e minimalismo, sistema de sistemas simples de acionamento de luz e de fixação de películas, uniformidade da iluminação, bom acabamento e simples concepção formal, um produto que facilita a interação com o usuário e principalmente no que se refere as contribuições para aperfeiçoar o nível de diagnóstico de laudos médicos que utilizam a técnica com imagens radiográficas.

7 Bibliografia

BAXTER, Mike. Projeto de produto: guia prático para desenvolvimento de novos produtos. Trad. Itiro lida. 1a. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

BONTRAGER, L Kenneth. Tratado de técnica radiológica e base anatômica. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

Frost & Sullivan. Revista fator Brasil. São Paulo, 2013.

GALANSKI, M. et al. Diagnóstico por imagem: tórax. Porto Alegre: Artmed, 2011.

GOMES FILHO, João. Gestalt do objeto: sistema de leitura visual da forma/João Gomes Filho, 9 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2009.

LÖBACH, Bernd. Design Industrial: bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Edgard Blücher. 2001.

MUNARI, Bruno. Das coisas nascem coisas. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

NOBREGA, Almir Inacio da. Tecnologia radiológica e diagnóstico por imagem. 1 ed. São Caetano do Sul, SP: Difusão Editora, 2006.

NAVARRO, Marcos Vinicius Teixeira. Conceito e controle de riscos à saúde em radiodiagnóstico: uma abordagem de vigilância sanitário. 2007. 303 f. Tese(Doutado em Saúde Coletiva). UFB. Salvador, Bahia.

SOBOTTA. Atlas de anatomia humana: cabeça, pescoço e extremidade superior. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

SUTTON; D. Radiologia e imaginologia para estudantes de medicina. São Paulo. Ed. Manole, 2003.

TORRES, F. Ruiz. Dicionário de termos médicos inglês-português. São Paulo: Guanabara. 1987.

WONG, Wucius. Princípios de forma e desenho, trad; Alvamar Helena Lamparelli. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

8 Anexos