

**Universidade de São Paulo**

**Escola Politécnica**

**Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais**

**Ricardo Lamberti Indelicato**

**Polaglass**

**São Paulo**

**2016**

Departamento de Engenharia  
Metalúrgica e de Materiais da  
Escola Politécnica da USP

**RICARDO LAMBERTI INDELICATO**

## **Polaglass**

Trabalho de formatura apresentado como  
avaliação da disciplina PMT 2596 ao  
Departamento de Engenharia Metalúrgica e de  
Materiais da Escola Politécnica da Universidade  
de São Paulo

Área de Concentração:  
Engenharia de Materiais

Orientador:  
Prof. Dr. Guilherme Frederico Bernardo Lenz e Silva

**São Paulo**

**2016**

# AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente ao professor Guilherme F. B. Lenz e Silva por me guiar durante toda a minha graduação, me oferecendo oportunidades cruciais para meu engrandecimento profissional. Assim, como a indicação do processo seletivo do projeto Academic Working Capital, competição na qual de 200 ideias, somente 8 prevaleceram, sendo o projeto Polaglass uma delas.

Gostaria de mencionar também o meu amigo e sócio na ideia, o aluno Fernando Desidério Grego, que se esforçou junto a mim após o horário de estágio para trabalharmos no projeto e trilharmos um caminho a se seguir com ele.

Agradeço também a consultoria em inovação CAOS FOCADO por nos apresentar os conceitos do Design-Thinking e acelerar o processo de entendimento de mercado.

# RESUMO

Este trabalho descreve uma nova aplicação para chapas de vidro e acrílico utilizando películas polarizadas linearmente, em busca da implementação de um novo mecanismo que evita a entrada de luz em residências e estabelecimentos de maneira prática, simples e inovadora, desse modo, não é mais necessário o uso de cortinas e persianas em nenhuma janela ou varanda.

O Polaglass é capaz de filtrar a luz visível que se comporta como ondas eletromagnéticas e oscilam em uma direção específica. Com isso é possível controlar a transmitância em uma janela.

Filmes polarizados não são materiais estudados com afinco pelo mundo, tendo uma grande escassez de informação em relação ao seu processo de fabricação e propriedades, portanto, para o uso desejado, estudamos propriedades desses polímeros sob um grande déficit de artigos no assunto. Visamos um estudo sobre a influência de raios UV, radiação, umidade e calor em filmes polarizados, que são compostos por PVA e dopados com Iodo, para assim garantir a propriedade dicróica do material, que nos possibilitaria o uso da maneira que desejamos.

Além das questões técnicas, temos uma gama muito vasta de aplicações, assim como mercados, usuários e clientes que aqui serão estudados visando o entendimento intrínseco do problema que esse produto resolve, para assim explorar sua demanda. Utilizou-se para isso um método referência do empreendedorismo mundial chamado "*Lean Starup*" [1], que aplica a teoria do *Minimum Viable Product (MVP)* [2] e acelera o processo de aprendizagem sobre a concepção do usuário ao interagir com uma ideia inovadora em específico, reduzindo assim a possibilidade de erros ao se definir a estratégia de uma empresa em estágio embrionário.

No projeto estudamos as propriedades dos filmes polarizados lineares, seguido pela análise de mercado e por último, a utilização do Design Thinking para compreensão intrínseca do cliente.

*\*O Projeto está recebendo mentoria e cobertura de custos do programa Academic Working Capital do Instituto Tim.*

**Palavras Chave:** Dicroísmo Linear, Filmes Polarizados, Minimum Variable Product, Canvas.

## ***Lista de Figuras***

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Filmes polarizados permitindo ou não a passagem de luz a partir da posição entre si.....                                 | 11 |
| Figura 2: Representação de Filmes Polarizados linearmente como uma rede de fios, sendo atravessado por ondas eletromagnéticas..... | 12 |
| Figura 3: Polaglass no Nx - foto 1 .....   | 15 |
| Figura 4: Polaglass no Nx - foto 2.....  | 15 |
| Figura 5: Switchable Glass no modo Off/On .....  | 16 |
| Figura 6: Ilustração do mecanismo do Switchable Glass .....  | 17 |
| Figura 7: Ilustração de uma chapa de PVA sendo estirada visando a formação do filme polarizador.....                               | 18 |
| Figura 8: Método para dopagem com iodo. R - Recipiente de vidro. O – anel .....  | 20 |
| Figura 9: Exemplo de concepção de ideia para realização do MVP .....   | 24 |
| Figura 10: Fluxograma do Canvas Business Model .....   | 26 |
| Figura 11: Estrutura das Cinco Forças de Porter .....  | 28 |
| Figura 12: Matriz de Análise SWOT .....  | 29 |
| Figura 13: Ponto de Inflexão de Empresas em estágios primários <sup>16</sup> .....   | 30 |
| Figura 14: Canvas Business Model Polaglass .....   | 34 |
| Figura 15: Ciclo do MVP Polaglass.....   | 35 |
| Figura 16: Opção 1 - Mecanismo Degradé .....   | 37 |
| Figura 17: Mecanismo On/Off.....   | 37 |
| Figura 18: Mecanismo Chapas Móveis .....   | 38 |
| Figura 19: Gráficos realizados em entrevistas com o software "Survey Monkey" .....   | 41 |
| Figura 20: Análise SWOT Polaglass .....  | 43 |
| Figura 21: Botão de um Televisor antigo.....   | 46 |
| Figura 22: Ilustração de filmes polarizados linearmente e circularmente.....   | 47 |
| Figura 23: solução para o mecanismo degradé .....  | 47 |
| Figura 24 - Árvore de Decisão .....  | 48 |

## ***Lista de Tabelas***

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Propriedades técnicas do acrílico e do vidro de sílica .....             | 22 |
| Tabela 2 - Tamanho de Mercado Polaglass Brasil B2C.....                             | 32 |
| Tabela 3 - Tamanho de Mercado B2B .....   | 33 |
| Tabela 4 - Propriedades Filmes Polarizados.....                                     | 36 |
| Tabela 5 - Iluminância ótima no ambiente de trabalho.....                           | 42 |
| Tabela 6 - Feedback MVP consolidado.....  | 44 |
| Tabela 7 - Pesquisa Mercado de Cortinas e Persianas.....                            | 45 |
| Tabela 8 - Classificação perante a classe do público alvo e média dos valores ..... | 45 |

## ***Lista de Abreviações***

UV - Ultravioleta

PDLC - Polymer Dispersed Liquid Crystal

PVA - Polivinilálcool

H<sub>2</sub>O – Moléculas de Água

PMMA - Polimetilmetacrilato

MVP - Minimum Viable Product

CRM - Customer Relationship Management

SWOT - Strengths, Weakness, Opportunities, Threats

B2C - Business to Client

B2B - Business to Business

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

AWC - Academic Working Capital



## ***Lista de Símbolos***

cm – Centímetro

mm – Milímetro

m – Metro

R\$ - Reais

°C – Graus Celsius

kgf – kilograma força

μm – micrometro

cd – candela

lx – lux

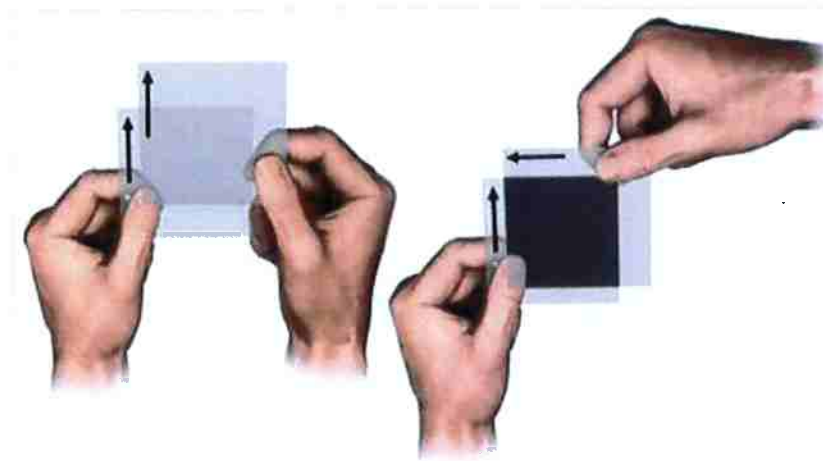
# Sumário

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>1.0</b> | <b>Introdução e Justificativa</b>           | <b>11</b> |
| 1.1        | O que é o Polaglass?                        | 12        |
| 1.2        | Frames e trilhos do mecanismo               | 14        |
| <b>2.0</b> | <b>Revisão Bibliográfica</b>                | <b>17</b> |
| 2.1        | Produção de Filme Polarizado                | 17        |
| 2.1.1      | Composição                                  | 17        |
| 2.1.2      | Tração Termoplástica da lâmina do PVA       | 18        |
| 2.1.3      | Dopagem com Iodo                            | 19        |
| 2.1.4      | Revestimento                                | 20        |
| 2.1.5      | Propriedades das Lâminas Obtidas            | 20        |
| 2.2        | Patente                                     | 21        |
| 2.3        | Outros Materiais Utilizados                 | 21        |
| 2.3        | Minimum Viable Product                      | 23        |
| 2.4        | Canvas Business Model                       | 25        |
| 2.5        | As Cinco forças de Porter                   | 27        |
| 2.6        | Análise SWOT                                | 28        |
| <b>3.0</b> | <b>Objetivo</b>                             | <b>29</b> |
| <b>4.0</b> | <b>Materiais e Métodos</b>                  | <b>31</b> |
| 4.1        | Hipóteses Iniciais Assumidas de Vendas      | 31        |
| 4.3        | Mercado                                     | 32        |
| 4.4        | Desenvolvendo o Modelo de Negócios          | 33        |
| 4.5        | Desenvolvimento do MVP                      | 34        |
| 4.6        | Propriedades Físicas dos Filmes Polarizados | 36        |
| <b>5.0</b> | <b>Resultados</b>                           | <b>36</b> |
| 5.1        | Resultados MVP                              | 36        |
| 5.2        | Luminosidade                                | 41        |
| 5.3        | Tabela SWOT após análises                   | 43        |
| <b>6.0</b> | <b>Discussão</b>                            | <b>44</b> |
| <b>7.0</b> | <b>Conclusão</b>                            | <b>46</b> |
| <b>8.0</b> | <b>Referências Bibliográficas</b>           | <b>50</b> |

## 1.0 Introdução e Justificativa

Filmes polarizadores linearmente são uma excelente solução em aplicações que requerem redução de brilho devido à luz refletida, como filtros da câmera, monitores, celulares, televisores, óculos de sol, janelas da cabine de aeronaves e filtros de telescópio.

Um polarizador linear também pode ser usado para modular a intensidade de uma fonte de luz. Ao colocar dois polarizadores um sob o outro e fazendo o movimento de rotação, conseguimos controlar a intensidade de luz que passa através dos filmes.



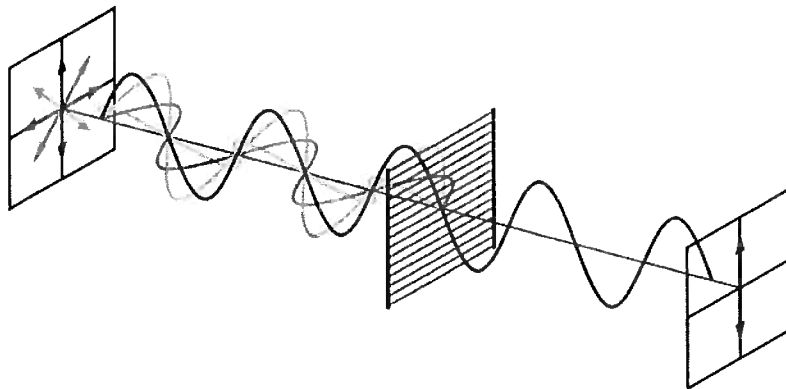
*Figura 1: Filmes polarizados permitindo ou não a passagem de luz a partir da posição entre si..*

Na esquerda dois polarizadores estão com suas partículas paralelas entre si, permitindo a passagem de luz, na direita temos os polarizadores com suas partículas perpendiculares entre si, bloqueando as ondas de luz que oscilam em qualquer direção.

## 1.1 O que é o Polaglass?

Quando duas películas polarizadas estão sobrepostas, controlamos a entrada de luz a partir da perpendicularidade das partículas de uma película em relação a outra.

Para entendermos o conceito de polarização linear, imaginemos um polarizador como uma rede de fios em paralelos. A luz, que se comporta como uma onda eletromagnética oscilando transversalmente, têm um componente de seus campos elétricos alinhados paralelamente aos fios que induzem o movimento dos elétrons ao longo do comprimento. Para ondas com campos eletromagnéticos oscilando perpendicularmente aos fios, os elétrons não movem-se com liberdade na largura de cada fio. Dado que os componentes do campo elétrico paralelo aos fios são refletidos e a onda transmitida tem um campo elétrico puramente na direção perpendicular aos fios, e é, assim, linearmente polarizada, assim como ilustrado na figura abaixo.<sup>1</sup>

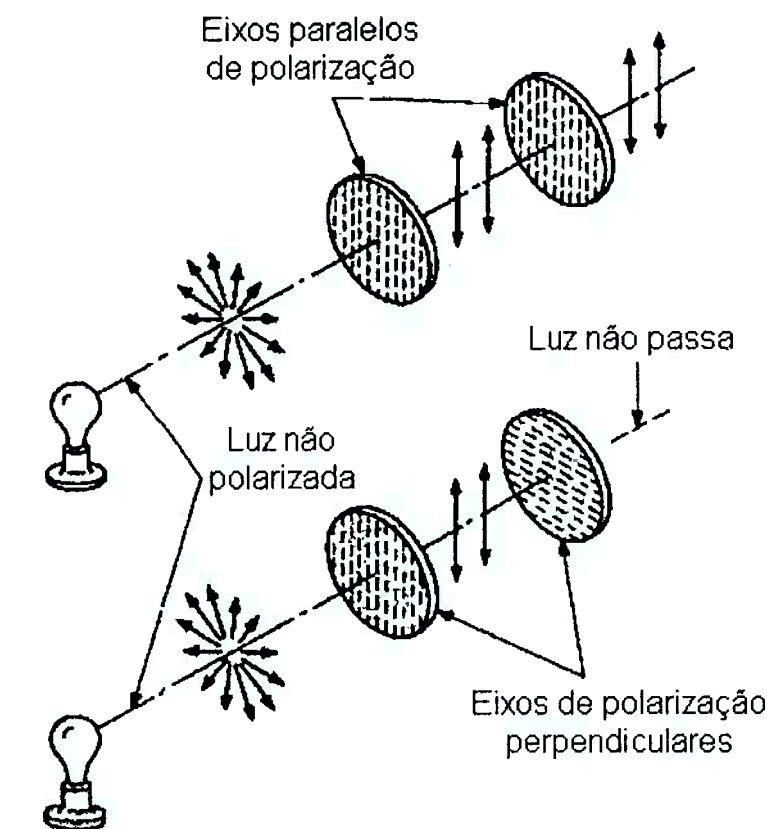


*Figura 2: Representação de Filmes Polarizados linearmente como uma rede de fios, sendo atravessado por ondas eletromagnéticas.*

Para utilização prática, a distância de separação entre os fios deve ser menor do que o comprimento das ondas, e a largura do fio deve ser uma pequena fração

desta distância. O grau de polarização depende pouco do comprimento de onda e do ângulo de incidência, o que torna a luz vinda de todas as direções sujeitas aos mesmos efeitos.

De maneira sucinta, as propriedades funcionam através de absorção, espalhamento, reflexão e birrefringência, onde podemos produzir ondas polarizadas. Os filmes polarizados trabalham se comportando como uma “fenda”, selecionando qual direção de vibração da luz será bloqueada e qual atravessará, ou seja, somente ondas que oscilam na direção do eixo de polarização do filme atravessarão, as outras componentes serão absorvidas pelo filme.



A partir desse conceito, percebemos que os filmes polarizados não são usados com todas as aplicações que ele poderia e percebemos que além de persianas possuírem o problema de falta de praticidade e design, cortinas do pó acumulado.

Com isso levantamos algumas hipóteses de problemas a serem resolvidos:

- A luz não é devidamente bloqueada.
- O processo de abrir e fechar é ornamental.
- Limpar uma persiana ou cortina por conta do recorrente acúmulo de poeira é uma tarefa maçante e estressante.
- Ambas prejudicam o design do interior do domicílio.

A ideia do Polaglass é intrinsicamente vender conforto, praticidade e design. Formulando um mecanismo para a janela, um botão para que o usuário controle a transmitância e opacidade em seu próprio vidro, uma camada extra que possa ser colada em qualquer janela e varanda.

## 1.2 Frames e trilhos do mecanismo

Como depende-se do movimento entre duas camadas dos filmes polarizados para conseguir o efeito do bloqueio de luz, foi elaborado um mecanismo inicial em uma garagem de um dos membros para enxergarmos como o produto ficaria visualmente.

No primeiro momento elaborou-se um botão arrastável onde duas chapas móveis de acrílico descem e sobem uma em direção a outra por detrás de uma chapa de vidro fixa e polarizada. Com isso conseguiu-se enxergar o bloqueio de luz era realmente possível com a utilização de filmes polarizados.

Foi feito um modelo no software NX para acelerar o processo do desenvolvimento do mecanismo de movimentação entre as chapas do Polaglass. A maior preocupação é a espessura do produto, uma vez que se fino o bastante, o Polaglass não encontraria barreiras para ser aplicado em varandas e janelas com trilhos.

Na projeção, conseguimos uma espessura de 1,5 cm o que limita o tamanho do mercado da empresa. Para o aproveitamento ideal do Market Size, visou-se diminuir ao máximo essa medida.



Figura 3: Polaglass no Nx - foto 1

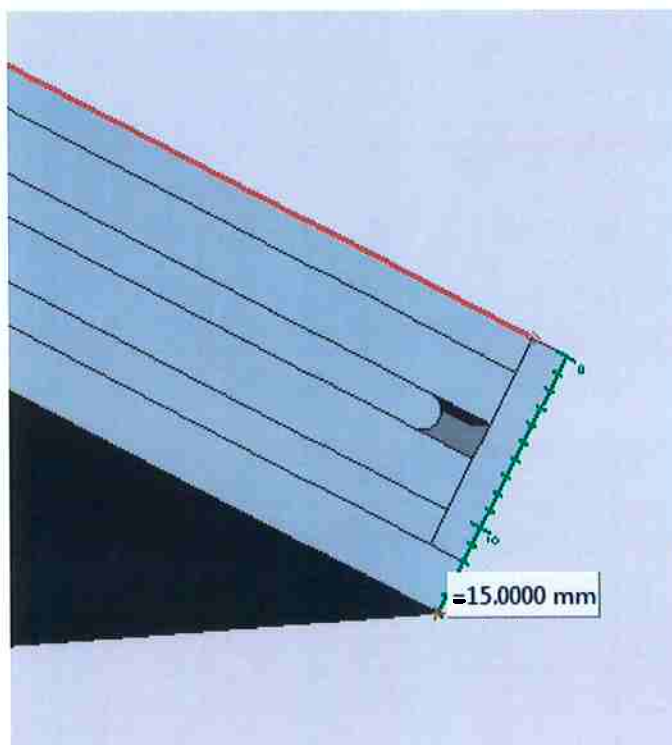


Figura 4: Polaglass no Nx - foto 2

## *Espessura do Polaglass*

Foi escolhido o acrílico branco como material para o trilho e frame, por conta sua densidade e fácil manipulação, porém pode vir a sofrer riscos e consequentemente aumentar o coeficiente de atrito entre as chapas móveis no decorrer do tempo e do stress sofrido. Para diminuir esse atrito, utilizou-se carbono em pó como lubrificante entre os trilhos e as chapas. De qualquer forma, o material utilizado para o trilho deve ser melhor elaborado já que o produto é visado para uso a longo prazo.

Parte externa do Polaglass pode ser de vidro ou acrílico já que não apresentará nenhum movimento

Um conceito parecido é o Switchable Glass, porém esse produto não pode ser usado em fechamento de sacadas, pois a estrutura não permite a instalação adequada dos fios ligados ao vidro. Este mecanismo necessita uma corrente elétrica constante no período em que está ativado, e só pode ser utilizado em janelas imóveis, ou seja, fixas, portas e divisórias internas e possui um custo médio R\$ 3.500,00/m<sup>2</sup>. Preço e limitações que o tornam inacessível para a maior parte do público, portanto não são um concorrente direto para o nosso produto. Os players do nosso mercado são os vendedores de cortinas e persianas.



*Figura 5: Switchable Glass no modo Off/On*

Nesse mecanismo, uma corrente elétrica atravessa uma camada intermediária de PDLC (Polymer Dispersed Liquid Crystal) e alinha os cristais microscópicos



ao longo de um número de eixos paralelos, permitindo assim a visão através desse vidro.

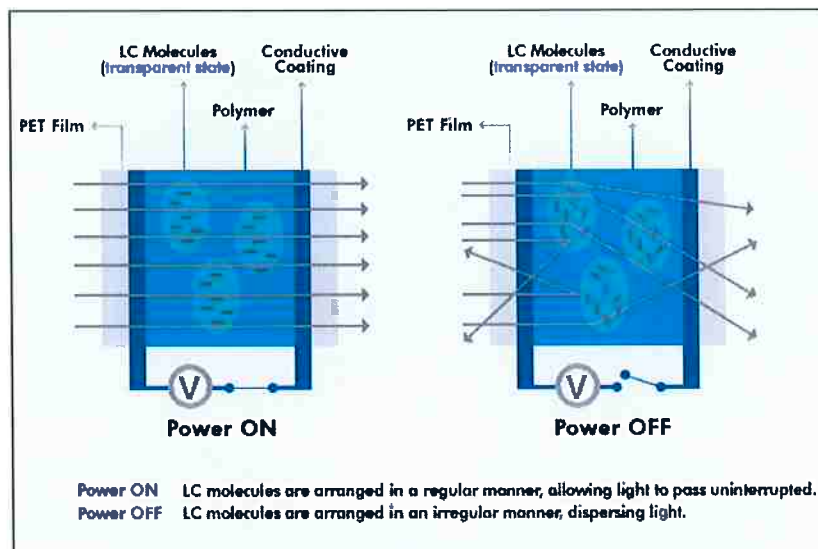


Figura 6: Ilustração do mecanismo do Switchable Glass

As diferenciações do Polaglass são o sistema mecânico simples, e acessível para maior parte do público além de ser aplicável em qualquer tipo de janela ou varanda.

## 2.0 Revisão Bibliográfica

### 2.1 Produção de Filme Polarizado

#### 2.1.1 Composição

Nessa exemplificação de como produzir filmes polarizados, que são em teoria películas com propriedades dicróicas, obteve-se películas através do estiramento a quente de uma lâmina de PVA que fornecerá a anisotropia ao material após ser submetida a uma dopagem com iodo. O álcool polivinílico é encontrado em geral como granulado com diferentes padrões granulométricos e formam lâminas plásticas que são dissolvidos em água, formando um "gel" livre de bolhas de ar. A viscosidade deve permitir que ao ser derramado sobre uma placa de vidro plana, produza uma camada com aproximadamente 2mm de espessura (antes da secagem).

Recomenda-se o início dos trabalhos com camadas de  $100 \text{ cm}^2$  de área aproximadamente. A secagem do ar deve ser lenta e a temperatura ambiente para evitar deformações. Tão logo seque, a camada transforma-se numa lâmina flexível e transparente que pode ser descolada da placa de vidro partir de suas bordas.<sup>2</sup>

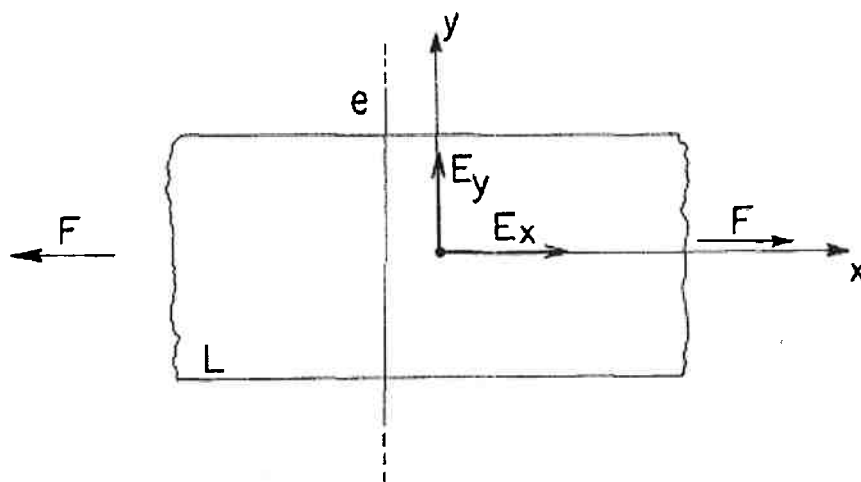


Figura 7: Ilustração de uma chapa de PVA sendo estirada visando a formação do filme polarizador

Nesta etapa a lâmina contém as longas cadeias de hidrocarbonetos dispostas aleatoriamente dentro da amostra, além de parte da água de dissolução.<sup>3</sup>

### 2.1.2 Tração Termoplástica da lâmina do PVA

A anisotropia é produzida pela tração a quente da lâmina da PVA, alongando-se 25% acima do comprimento inicial com uma temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$  durante o processo através de resistência elétrica disposta em um plano paralelo a lâmina. Para uma lâmina de 1,5mm de espessura e  $1\text{m}^2$  de área, a força de tração é de aproximadamente 8kgf.

Após alcançado o valor ideal de alongamento deve ser mantida a força de tração durante o esfriamento da lâmina até a temperatura ambiente, assegurando com isso a permanência da deformação. Nessas condições as cadeias longas de hidrocarbonetos se alongam segundo direção preferencial, resultando daí sua anisotropia que, entretanto, não produz dicroísmo no intervalo de luz visível. Todavia esta disposição das moléculas vai afetar as transições eletrônicas de impurezas contidas no PVA, como é o caso do iodo.<sup>3</sup>

### 2.1.3 Dopagem com Iodo

Depois do estiramento a quente, as lâminas de PVA foram submetidas a dopagem com iodo, ou seja, impregna-se vapor de iodo no filme. Para isso, utilizou-se um recipiente igual ao da figura abaixo, onde a sublimação do iodo produz um depósito sobre a lâmina de PVA que aos poucos vai migrando para o interior do material. Esta difusão é facilitada pela presença de H<sub>2</sub>O residual no polímero. Como o processo de estiramento a quente reduz drasticamente a umidade, é conveniente alternar os períodos da dopagem, com uma lâmina em presença de vapor seco. A duração ideal de tais períodos é de 6 a 24 horas sendo que o último deve ser em presença de vapor seco. Para o controle da extinção pode-se cortar ao meio a lâmina em preparação e cruzar as partes cada vez que se quiser testar a extinção, até conseguir o máximo.<sup>3</sup>

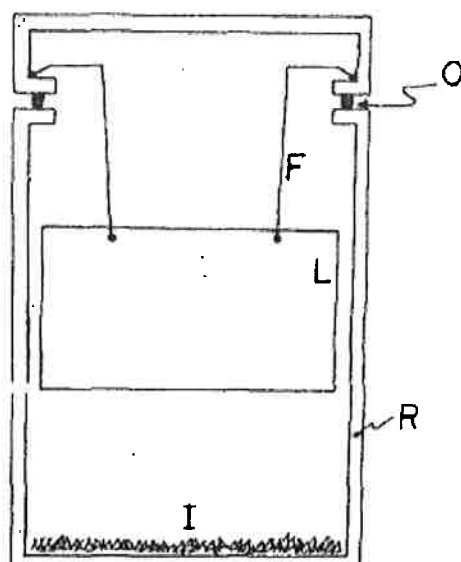


Figura 8: Método para dopagem com iodo. R - Recipiente de vidro. O – anel

#### 2.1.4 Revestimento

Obtida a lâmina polarizada resta o problema do revestimento pois o PVA sendo solúvel em água é atacado pela umidade e sofreria alterações com o tempo, liberando o iodo. Para evitar isso, cobre-se a lâmina com um verniz de poliuretano ou esmalte à base de acetato de isoamila

Caso existe a possibilidade de utilizar cilindros de laminação, pode-se laminar o "sanduíche" formado pela lâmina iodada, e duas lâminas de acetato com esmalte parcialmente seco para boa adesão. Recomenda-se que a direção de laminação seja a mesma utilizada no estiramento a quente.<sup>3</sup>

#### 2.1.5 Propriedades das Lâminas Obtidas

As lâminas obtidas possuem a direção de polarização perpendicular à direção de estiramento da lâmina, como indicado na figura 5. O dicroísmo deve-se aos centros formados pelos átomos de iodo entre as cadeias poliméricas e ligações com H<sub>2</sub>O, que absorvem as radiações cujo campos elétricos está na direção do estiramento.

## 2.2 Patente

Filmes polarizados foram, patenteados em 1929 e desenvolvidos em 1932 por Edwin Land, que desenvolveu, a partir de cristais microscópicos de sulfato de iodo-quinina (herapathite) incorporado em um filme de polímero de nitrocelulose transparente. Os cristais em forma de agulha eram alinhados durante a fabricação da película por estiramento de maneira semelhante ao procedimento descrito anteriormente que, de maneira análoga, tornava-os dicroicos, ou seja, tendendo a absorver a luz que é polarizado em paralelo à direção do alinhamento de cristal, mas transmite a luz que está polarizada perpendicular a ele. Esse procedimento foi melhorado em 1938 com o surgimento da folha-H, que são os filmes de PVA dopados com iodo fabricados hoje em dia.<sup>4</sup>

Land visou a cultura de meritocracia durante a formação da cadeia produtiva de seu descobrimento, o que o levou a criação das câmeras Polaroids em 1948, onde foram desenvolvidos os filmes de revelação instantânea. A ideia teria surgido durante as férias de Land com a família. Depois de fazer retratos da filha, ela teria lhe perguntado: “Por que não posso ver as fotos agora?”. Essa teria sido a fagulha para a invenção da revelação instantânea.<sup>4</sup>

## 2.3 Outros Materiais Utilizados

Optou-se o PMMA (polimetilmetacrilato), chamado comercialmente de acrílico, como componente das chapas, para ser o material das chapas móveis do mecanismo, por possuir vantagens sobre vidros em relação a peso, resistência a impacto e fácil manuseio. A desvantagem é que o acrílico pode ser sensível a álcool e a abrasão, sendo que se submetido a essa solução recorrentemente, suas cadeias e estruturas moleculares sofrem ataque, causando rompimento e microfissuras no decorrer da chapa. Portanto seria de responsabilidade da empresa alertar sobre a limpeza do Polaglass. Um simples uso de água e sabão com um pano deixa o acrílico brilhante novamente. Não é recomendável limpar

o acrílico com álcool pois poderá provocar rachaduras internas. Não é indicado o uso de acetona ou ácidos, pois o acrílico não resiste aos efeitos desses produtos.

*Tabela 1 - Propriedades técnicas do acrílico e do vidro de sílica.*

| PROPRIEDADES  |                                   | Acrílico (PMMA) | Vidro |
|---------------|-----------------------------------|-----------------|-------|
| Ópticas       | Transparência                     | E               | MB    |
|               | Cor e brilho da borda             | E               | B     |
|               | Distorção de imagem               | E               | MB    |
| Térmicas      | Oscilação térmica                 | MB              | R     |
|               | Combustão (comportamento)         | R               | MB    |
|               | Resistência química ambiental     | MB              | E     |
| Químicas      | Limpeza e manutenção              | B               | E     |
| Segurança     | Fumos tóxicos / combustão         | MB              | E     |
|               | Resistência à tração              | B               | MB    |
| Flexibilidade | Resistência à flexão              | MB              | M     |
|               | Resistência ao impacto            | B               | M     |
|               | Resistência a riscos              | B               | E     |
|               | Rigidez                           | MB              | E     |
|               | Moldabilidade                     | E               | M     |
| Processamento | Curvagem a frio                   | B               | M     |
|               | Maquinagem                        | E               | M     |
|               | Facilidade de reparação de rachos | E               | M     |
|               | Peso específico                   | MB              | M     |
| Várias        | Possibilidade de cores            | E               | R     |
|               | Reciclabilidade                   | E               | E     |
|               | Resistência às intempéries        | E               | E     |

**Legenda:** • E: Excelente • B: Bom • MB: Muito Bom • R: Regular • M: Mau

O acrílico pode ser copolimerizado com outros monômeros para fins de melhoria de suas propriedades como o aumento de resistência a impacto e durezas características do acrílico, como suas propriedades ópticas, transparência e resistência às intempéries. O PMMA é utilizado na fabricação de lanternas, painéis, botões, eletro-eletrônicos, displays, teclados, telas, luminárias, lentes e prismas em geral, visores, utensílios domésticos, copos, jarras, bandejas, talheres, acessórios para mesa, banheiras, boxes, divisórias e janela.<sup>9</sup>

Já que o acrílico pode ser utilizado como material substituto ao vidro por conta da relação as suas propriedades e preço, foi separado um comparativo entre os dois materiais.

- Não se desfragmenta de maneira tão agressiva quanto o vidro
- Mais suscetível a riscos do que o vidro (necessidade de utilizar um filme anti-risco)
- 2,5 vezes menos denso que o vidro
- Praticidade de Limpeza
- Processado em temperaturas menores que o vidro
- Praticidade de Limpeza<sup>6</sup>

## 2.3 Minimum Viable Product

Na concepção de uma ideia que envolva pioneirismo existem muitas incertezas, o que categoriza os investidores de Startups (Venture Capitals ou Investidores Anjos) como os mais agressivos do mercado, portanto os que tomam os maiores riscos e esperam os maiores retornos.

No livro "*The Lean Startup*" de Eric Ries descreve-se uma metodologia bastante precisa para se determinar o desejo do público de uma determinada ideia a ser testada. Estratégia que diminui bastante as chances de erro e eventuais falhas de uma empresa em estágio embrionário.

Como no Polaglass, trabalha-se com pioneirismo, busca-se essa metodologia visando o entendimento do usuário. Em linhas gerais, desenvolver estratégias para agir pontualmente em cada item que envolva desperdício de tempo, dinheiro ou recursos. O objetivo da concepção é atingir a maior qualidade possível, gerando um time-to-market mais imediato e com menor nível de incertezas. Portanto, o MVP é um conjunto de testes primários feitos para validar a viabilidade do negócio. São diversas experimentações práticas que serão desenvolvidas levando o produto a um seleto grupo de clientes para o produto final. Nesses testes, o produto na sua forma "Beta", deve manter sua função de solução ao problema para o qual foi criado, sendo que o empreendedor no caso,

deve oferecer o mínimo de funcionalidades para conhecer na prática a reação do mercado, a compreensão do cliente sobre seu produto e se ele de fato soluciona o problema do consumidor. De maneira sucinta, o MVP prova a visão inicial da startup, revelando se aquela boa ideia corresponde mesmo um produto interessante (na vida real) ou se era apenas uma “expectativa utópica”, sem lastro com as demandas práticas do mercado.<sup>7</sup>



(minimum viable product)

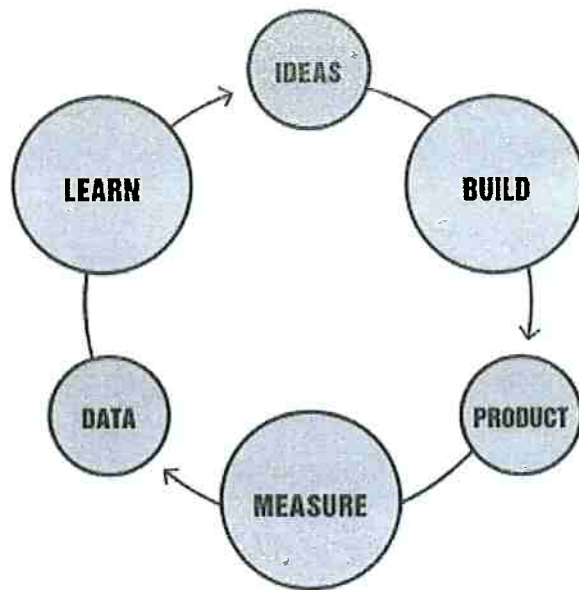


(product)

*Figura 9: Exemplo de concepção de ideia para realização do MVP*

Nesse processo de aprendizagem, cria-se um Mind-Map de forma cíclica para facilitar a organização do empreendedor. Esse ciclo é conhecido como feedback “build-measure-learn”. O primeiro passo é descobrir o problema que necessita de ser resolvido e, em seguida, o desenvolvimento de um MVP para iniciar o processo de aprendizagem o mais rápido possível. Uma vez que o MVP é estabelecido, uma startup pode trabalhar no ajuste do motor. Mede-se a aprendizagem adicionam-se métricas que possam demonstrar causa e efeito pergunta.<sup>8</sup>





*Figura 10 - Ciclo Learn, Build, Measure*

## 2.4 Canvas Business Model

Um modelo de negócios é basicamente a representação de como uma organização pretende monetizar o seu empreendimento. Para estruturar de maneira simples a ideia, desenvolveu-se uma ferramenta de planejamento estratégico chamado de Modelo de Negócios Canvas, onde separa-se em 9 blocos a ideia e o conceito do negócio, ou seja, como operar e gerar valor ao mercado, definindo principais fluxos e processos para uma análise de visualização do seu modelo.

Os blocos são separados de acordo com os seguintes itens:

**Atividades-chave:** As atividades mais importantes para executar a proposição de valor da empresa.

**Recursos-chave:** Os recursos que são necessários para realizar as atividades e criar valor para o cliente. São considerados ativos da empresa e são necessários para manter e dar suporte ao negócio. Esses recursos podem ser humanos, financeiros, físicos ou intelectuais.

**Rede de parceiros:** As alianças de negócios que complementam os outros aspectos do modelo de negócio.

**Proposição de Valor:** Os produtos e serviços oferecidos pelo negócio. Citando uma proposição de valor. Descrição do que representa valor para um segmento de clientes específico. Descreve a forma como a empresa se diferencia dos seus concorrentes e é a razão pela qual os clientes compram de uma certa empresa e não de outra.

**Clientes ou respostas:** Segmentos de clientes: o público-alvo para os produtos e serviços de uma empresa.

**Canais:** O meio pelo qual uma empresa fornece produtos e serviços aos clientes. Isso inclui a estratégia de marketing e de distribuição de uma empresa.

**Relacionamento com o Cliente:** A empresa estabelece ligações entre si e os seus diferentes segmentos de clientes. O processo de gestão de relacionamento com o cliente é chamado de customer relationship management (CRM).

**Estrutura de custos:** As consequências monetárias dos meios utilizados no modelo de negócios.

**Fluxos de receita:** A forma como a empresa monetiza.<sup>9</sup>

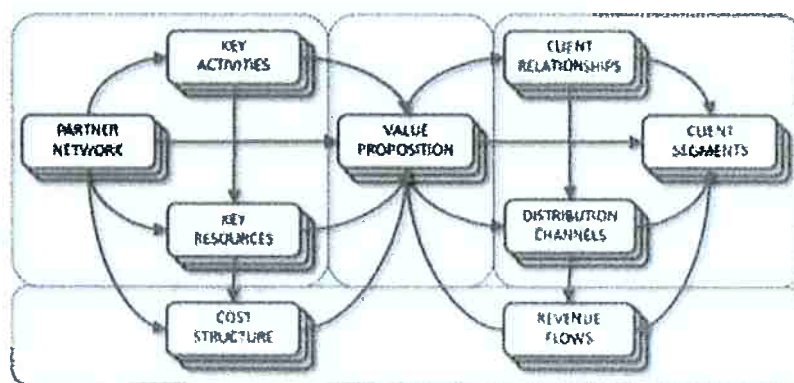


Figura 11: Fluxograma do Canvas Business Model

Com o Fluxograma acima conseguiu-se estabelecer o modelo Canvas próprio para a proposta do Polaglass.

## 2.5 As Cinco forças de Porter

No modelo de Porter avalia-se a competitividade estratégica e planejamento empresarial através de um modelo que analisa a concorrência entre empresas, levando em conta cinco fatores:

### **1 –Rivalidade entre Concorrentes (ponto central):**

- Market share de cada concorrente
- Agrupamento dos concorrentes
- Taxa de crescimento daquele mercado
- Vantagens competitivas dos concorrentes
- Diversidade de concorrentes;
- Grau de diferenciação dos produtos;
- As barreiras de saída
- Consolidação das marcas concorrentes

### **2 –Ameaça de Produtos Substitutos:**

- Qualidade do produto
- Produtos que podem surgir
- Relação preço/rendimento
- Diferenciação do produto
- Poder de barganha do comprador

### **3 – Poder de Negociação dos fornecedores:**

- Facilidade em se obter matéria-prima e serviços para o negócio
- Margem do custo com preço de venda
- Grau de diferenciação
- Integrações dos fornecedores com concorrentes

### **4 – Novos Players:**

- Economia de escala

- Barreiras de entrada (patentes e direitos)
- Acesso aos canais de distribuição
- Exigências de capital
- Políticas governamentais
- Marca
- Vantagens de custo de fabricação

## 5 – Poder de Barganha dos Clientes:

- Comportamento do cliente nos segmentos de mercado
- Marketing direto
- Preço
- Disponibilidade de informação para o cliente
- Existência de produtos substitutos<sup>14</sup>

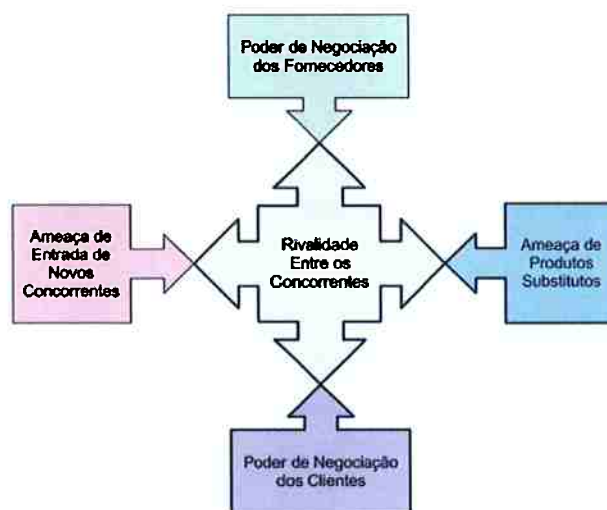


Figura 12: Estrutura das Cinco Forças de Porter

## 2.6 Análise SWOT

A análise SWOT é uma ferramenta utilizada em forma de matriz que visa ter uma visão interna e externa do negócio, além de identificar os elementos-chave para

a gestão da empresa, estabelecer prioridades de atuação, decisões a serem tomadas, ter de maneira clara os pontos positivos e potenciais competitivos para finalmente se definir uma postura a minimizar os riscos do ambiente no qual a organização está inserida.<sup>11</sup>

## SWOT ANALYSIS

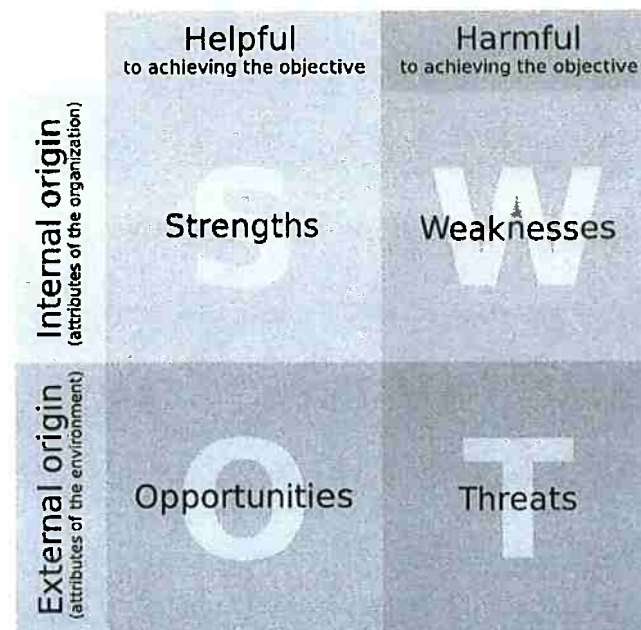


Figura 13: Matriz de Análise SWOT

Aplicamos a técnica da análise SWOT para obter-se uma visão macro do caminho a se seguir ao analisar o negócio. Com isso desenhamos o contexto no qual a ideia está inserida.

### 3.0 Objetivo

A partir das técnicas apresentadas, identificar o mercado, desenvolver um produto e operações economicamente viáveis para iniciar-se a produção de um mecanismo envolvendo filmes polarizados em vidros em geral com o objetivo de controlar-se a luz através do usuário.

Com as premissas iniciais desse trabalho, foi iniciado um estudo mais aprofundado entendendo como estabelecer operações lucrativas com o Polaglass. Essa metodologia detalhada tem que ser feita sempre que se trabalha com pioneirismo, ou o risco de criar um produto que nunca foi comprado anteriormente, torna o negócio inviável devido a taxa de falhas. Sendo que estamos trabalhando com uma ideia de negócio em um estágio embrionário pré-startup. Um ponto onde as incertezas são gigantescas, porém se enquadra com um tipo de fundo de investimento chamado Seed-Capital, onde se capta fatias da ideia quando se mostram promissoras a ascensão exponencial (ponto de inflexão).

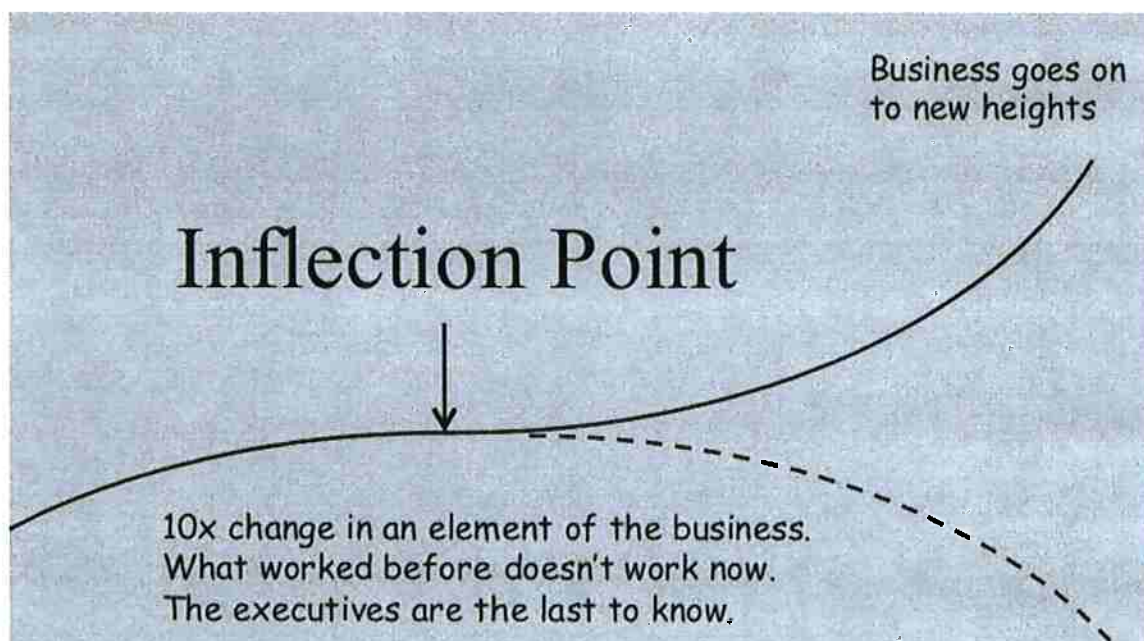


Figura 14: Ponto de Inflexão de Empresas em estágios primários<sup>12</sup>

## 4.0 Materiais e Métodos

### 4.1 Hipóteses Iniciais Assumidas de Vendas

Na ideia tem-se duas possibilidades de venda. Uma diretamente para cliente ou pessoa física (Business to Client – B2C) e a outra diretamente para uma empresa como construtoras e escritórios de arquitetura (Business to Business – B2B).

Visou-se profissionais envolvidos com designer de interiores e arquitetura como clientes no primeiro momento, que indicariam o produto para ambientes onde melhor se encaixam. Com isso facilitou-se a entrada no mercado, visto que uma venda resulta em diversas unidades do Polaglass e não vendas únicas e pontuais do método usual do B2C.

Para tal, o processo de fabricação do Polaglass deverá ser o mais simplificado possível, ou seja, todas as partes do mecanismo fora os filmes polarizados (trilho, frame, conector de chapa e chapas de vidro e acrílico) são fornecidas por terceiros e só cuida-se do processo de assembling no espaço físico, onde ocorreria o estoque de cada componente para atender melhor a demanda com maior fluidez.

Planejou-se também terceirizar a distribuição, uma vez que busca-se atender a demanda em todo território nacional.

Como o produto em questão é algo novo, que impressiona quem vê pela primeira vez, a exploração do marketing através de social media é uma boa oportunidade para divulgar que o Polaglass existe e que é acessível. Buscando slogans, mensagens diretas como “Polaglass: Pra que cortinas?”, indicando um linguajar simples e uma ideia de fácil concepção.

### 4.3 Mercado

Observou-se que existem dois grandes mercados.

#### Market Size B2B:

Separando as empresas por número de funcionários em dados fornecidos pelo IBGE conseguiu-se estimar a área em m<sup>2</sup> onde seria possível a aplicação do Polaglass

*Tabela 2 - Tamanho de Mercado Polaglass B2C*

| <b>Brasil</b>                              |                |
|--|----------------|
| Residências no Brasil (IBGE)               | 62.800.000     |
| 25% do total de residência (Classes A e B) | 15.700.000     |
| m <sup>2</sup> / residência                | 4              |
| Total m <sup>2</sup>                       | 54.950.000     |
| Preço m <sup>2</sup>                       | 350            |
| Market Size                                | 19.232.500.000 |
| <b>São Paulo</b>                           |                |
| Residências município de São Paulo (IBGE)  | 3.933.448      |
| 30% do total de residência (Classes A e B) | 1.180.034      |
| m <sup>2</sup> / residência                | 4              |
| Total m <sup>2</sup>                       | 4.130.120      |
| Preço m <sup>2</sup>                       | 350            |
| Market Size                                | 1.445.542.140  |



Baseado na área que chegamos, é possível estimar o tamanho de mercado apenas para venda em empresas com CNPJ, no valor de R\$ 2.827.227.112,50.

### Market Size B2C:

Para estimar esse mercado, analisou-se também com o IBGE qual seria a parcela da população brasileira com poder aquisitivo para adquirir o Polaglass em sua casa. Baseando na média de área de janelas e varandas por casa, chegamos no Market size de R\$19.232.500.000,00

*Tabela 3 - Tamanho de Mercado B2B*

| Funcionários | Nº empresas | m²/empresa | m² total     | Market Size B2B por categoria (milhão) |
|--------------|-------------|------------|--------------|--|
| 0 a 4        | 3.483.818   | 3          | 10.451.454,0 | R\$ 3.658                              |
| 5 a 9        | 697.312     | 3,5        | 2.440.592,0  | R\$ 854                                |
| 10 a 19      | 349.086     | 4,5        | 1.570.887,0  | R\$ 550                                |
| 20 a 29      | 96.244      | 5,5        | 529.342,0    | R\$ 185                                |
| 30 a 49      | 68.361      | 6,5        | 444.346,5    | R\$ 156                                |
| 50 a 99      | 43.558      | 7,5        | 326.685,0    | R\$ 114                                |
| 100 a 249    | 22.730      | 9          | 204.570,0    | R\$ 72                                 |
| 250 a 499    | 7.376       | 12         | 88.512,0     | R\$ 31                                 |
| 500 e mais   | 6.613       | 15         | 99.195,0     | R\$ 35                                 |

| Brasil                    |               |
|---------------------------|---------------|
| Empresas no Brasil (IBGE) | 4.775.098     |
| 50% Total m²              | 16.155.584    |
| Preço m²                  | 350           |
| Market Size               | 5.654.454.225 |

## 4.4 Desenvolvendo o Modelo de Negócios

No primeiro momento, para entender a fundo a ideia de o que está sendo oferecido e onde dispõe-se sofrer alterações, foi montado uma estrutura do nosso modelo de negócios pela técnica canvas.

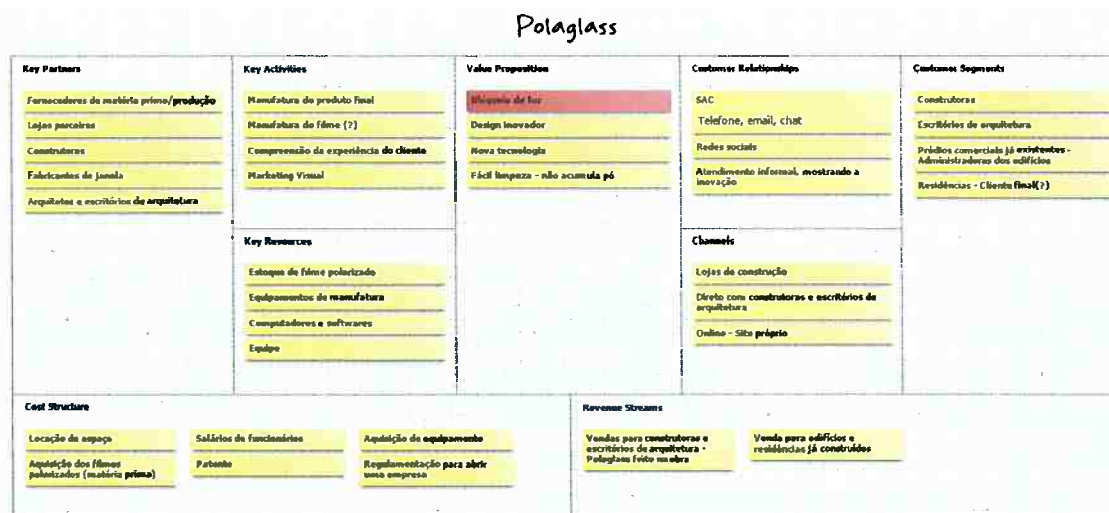


Figura 15: Canvas Business Model Polaglass

Pode-se observar na estrutura do Canvas, o ponto chave da ideia gira em torno de uma nova maneira de bloquear luz com uma nova tecnologia, trazendo design e simplicidade. Para isso, depende-se de parcerias com fornecedores, escritórios de arquitetura, fabricantes de janela e lojas com produtos correlacionados. Para essas operações, depende-se de uma série de fatores envolvendo infraestrutura e equipe.

Ao se ter uma nova ideia, deve-se montar essa estrutura para começar uma série de medida de validação de dados.

#### 4.5 Desenvolvimento do MVP

Como a percepção do negócio estruturada no primeiro momento com o modelo Canvas, como validar a ideia? Usualmente faz-se uma porção de hipóteses e visa-se de acordo com os métodos do Lean Startup, respondê-las o mais rápido possível. Para isso, deve-se ignorar as dificuldades operacionais para não limitar o processo criativo.

Foram desenvolvidas maneiras de se obter a maior quantidade de informações sobre o viés do mercado no menor tempo possível e gastando o mínimo de recursos.

A ideia de prototipagem é muito criticada para fins de viabilizar um MVP. É considerado um trabalho desnecessário se focar em um produto antes de entender as exigências do mesmo. Tendo isso em conta, estabeleceu-se a estratégia da apresentação da proposta para profissionais da área apenas com as amostras que tínhamos inicialmente (chapas polarizadas de vidros e acrílicos). Fazendo as perguntas certas e entendendo intrinsicamente cada viés dos especialistas, conseguiu-se manipular as premissas que achávamos verdadeiras, validar as mais próximas da realidade e criar novas perguntas. Cada ciclo de validação feito no MVP cria uma convergência dentre todas as variáveis para confirmar a demanda do público, ou seja, quanto mais voltas nos ciclos, mais próximos de entender o mercado estaremos.

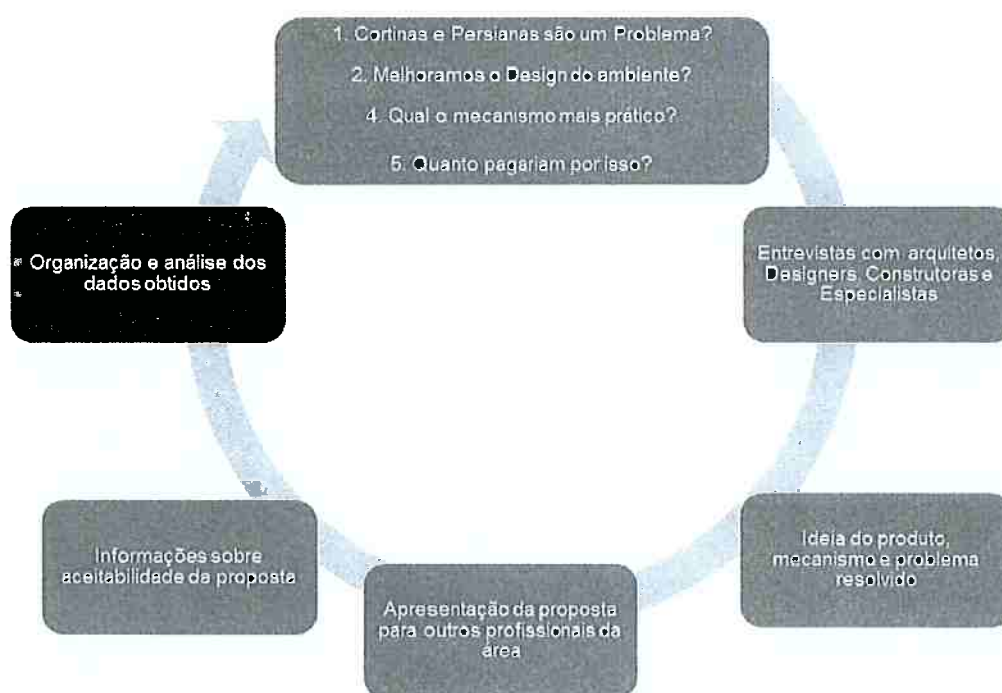


Figura 16: Ciclo do MVP Polaglass

Para efetuar esse ciclo, utilizou-se um software de pesquisas chamado "Survey Monkey" que fornece de maneira ágil e personalizada a criação de uma série de perguntas para uma determinada pesquisa de mercado.

Depois de uma série de Ciclos do MVP, conseguiu-se entender o que é requisitado assertivamente pelo público.

#### 4.6 Propriedades Físicas dos Filmes Polarizados

Após a compreensão do produto requisitado, é necessário entender se as propriedades do material em questão se encaixam no uso desejado. Para tal, estabeleceu-se uma relação com os fornecedores das películas que forneceram as propriedades do material em seu laboratório. Requisitou-se que os filmes viessem com proteção contra UV para não existir viés de alterações de propriedades quando os mesmos estiverem expostos a luz.

*Tabela 4 - Propriedades Filmes Polarizados*

| Propriedades                | Unidade           | Erro |
|-----------------------------|-------------------|------|
| Espessura                   | 180 $\mu\text{m}$ | 10%  |
| Espessura Filme Proteção    | 60 $\mu\text{m}$  | 10%  |
| Transmitância paralelo      | 90%               | 2%   |
| Transmitância Perpendicular | 42%               | 2%   |
| Dureza Superfície           | 3H                | 2%   |

Tendo as metodologias e as propriedades citadas, foi-se iniciado um estudo aprofundado da demanda de mercado. Ao todo foram entrevistados 21 especialistas e profissionais de áreas relacionadas e de acordo com cada feedback enxergou-se o produto desejado.

## 5.0 Resultados

### 5.1 Resultados MVP

Para esse projeto recebeu-se mentoria e cobertura de custos do programa Academic Working Capital do Instituto TIM

Na lista de gráficos abaixo observa-se os feedbacks das perguntas estabelecidas nas premissas. Para evitar viés do público, adotou-se que o

cliente seria diferente do usuário, ou seja, os arquitetos e designers seriam para quem venderíamos e o público em suas residências/escritório/ambiente interagiriam com o mecanismo do Polaglass. Com essa distinção conseguiu-se entender o conceito de padrão de design, preço almejado como justo e método de acionamento das chapas. Antes de cada resposta abaixo, vale a pena ressaltar que foram feitas reuniões nos escritórios dos profissionais, com algumas chapas como amostra. Visando abrir as sugestões para novas ideias e estruturas de negócios. Com esses encontros deixou-se claro as três possibilidades de mecanismos, listados abaixo como Opção 1, 2 e 3.

▪ **Opção 1: Sistema Degradê**

- Usuário gira um botão de intensidade para controlar quanta luz entra no ambiente



*Figura 17: Opção 1 - Mecanismo Degradê*

▪ **Opção 2: Sistema On/Off**

- Usuário aperta um botão para as opções com ou sem luz



*Figura 18: Mecanismo On/Off*

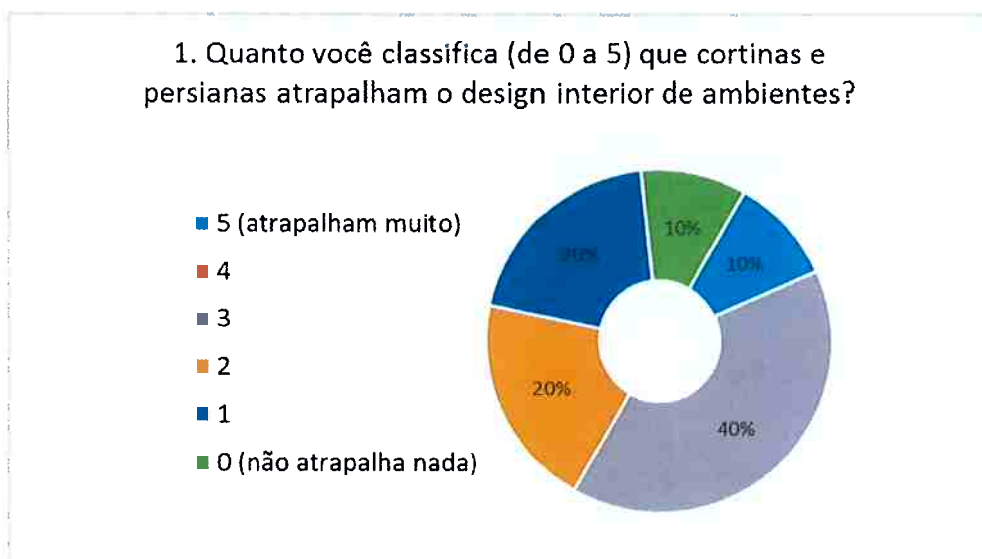
### ▪ Opção 3: Sistema de chapas

- o Gira-se um botão, que por um conjunto de engrenagens, movimenta uma chapa que está atrás do vidro em contato com o usuário



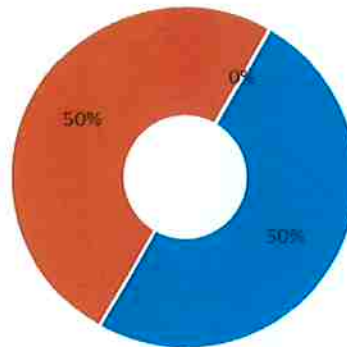
Figura 19: Mecanismo Chapas Móveis

Após as ideias serem apresentadas e algumas horas de entrevistas, as possibilidades de respostas enviesadas pelo não entendimento da proposta foram diminuídas e as respostas abaixo obtidas.



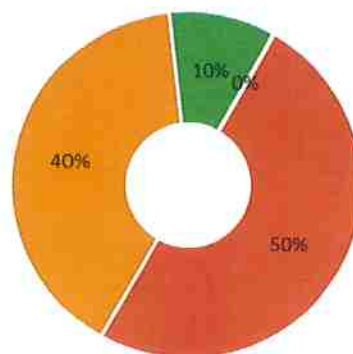
2. Quanto você classifica (de 0 a 5) que essas chapas de vidro melhorariam o design interior dos ambientes?

- 5 (melhoraria muito)
- 4
- 3
- 2
- 1
- 0 (não melhoraria nada)



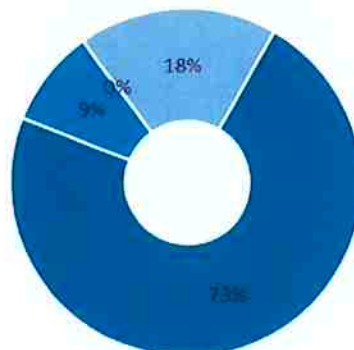
3. O efeito de "retirar o reflexo" da paisagem amplia o conforto do usuário?

- 5 (melhora muito)
- 4
- 3
- 2
- 1
- 0 (não melhora nada)



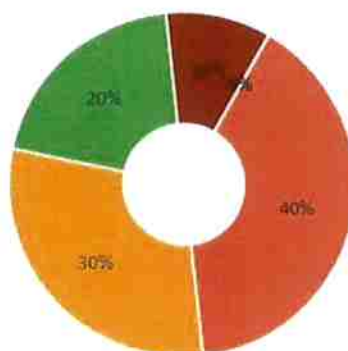
4. Qual mecanismo melhor atende as necessidades do usuário?

- Degradê
- On/Off
- Chapa Móvel
- Outro



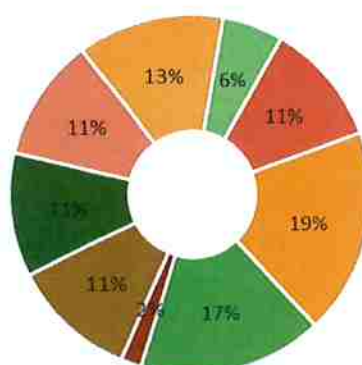
5. Você substituiria sua cortina ou persiana por esse produto?

- 5 (com certeza)
- 4
- 3
- 2
- 1
- 0 (não substituiria)



6. Qual(is) ambiente você acha mais adequado para o uso desse produto?

- Casa
- Escritório
- Hospital
- Avião
- Faculdade
- Comércio
- Restaurante
- Banco
- Carro





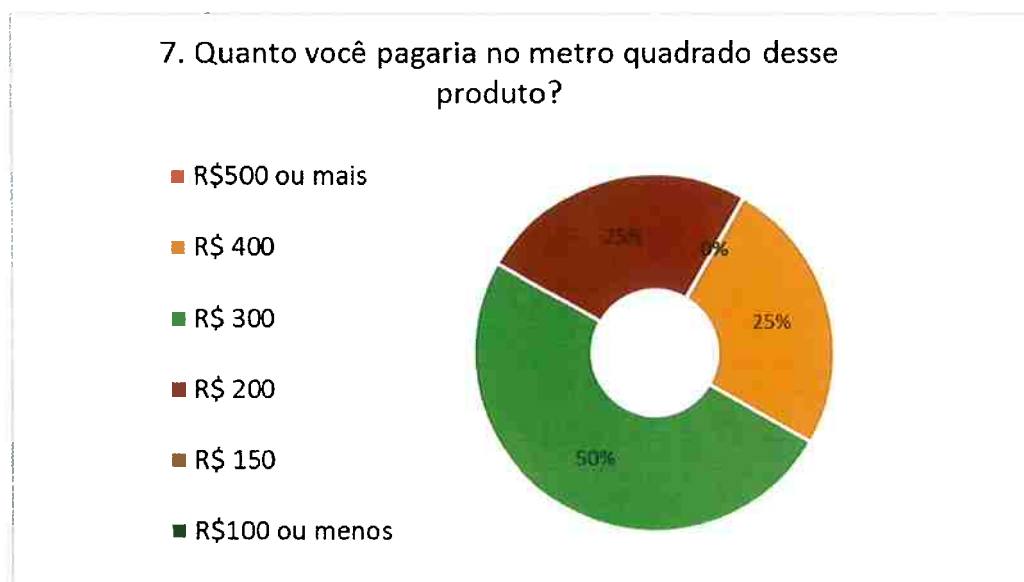


Figura 20: Gráficos realizados em entrevistas com o software "Survey Monkey"

## 5.2 Luminosidade

Dentre as entrevistas descobriu-se com uma arquiteta especialista em luminosidade que a quantidade de luz (lumens) solar entrando através de uma janela é um problema recorrente em ambientes de trabalho e estudo devido ao ponto de luz ótima para melhoria da produtividade do indivíduo, ou seja, arquitetos visam uma claridade uniforme e homogênea em toda a área do ambiente. Portanto a curva de distribuição luminosa, que representa as intensidades de luminosidades em planos transversais e longitudinais tem de serem ótimas.

A utilização da luz natural é o ponto de partida para se ter um sistema de iluminação energeticamente eficiente. Portanto existe um problema recorrente dos edifícios em considerar tanto a iluminação natural quanto a artificial integradamente para resolver o problema da variação da intensidade de luz e contribuir para a redução do consumo de energia. Quando a luz natural é exagerada no ambiente, faz-se uso exarcebado de energia para manter a temperatura agradável. Para atender um número grande de pessoas em um edifício a nível homogêneo de iluminância, sem grandes gastos energéticos pode-se usar a luz natural, otimizando o sistema de climatização. Na radiação

proveniente do sol, aproximadamente 50% da energia recebida na terra é composta pelo espectro de luz visível e 45% composta de radiação infravermelha e o restante de outras frequências de luz. Um sistema de iluminação natural eficiente deve proteger a incidência direta de luz solar e reduzir significativamente a necessidade de ar condicionado.<sup>13</sup>

Quando identificamos o problema a ser solucionado, entramos um pouco mais a fundo para entender como a luz pode afetar um ambiente de trabalho e nos deparamos com o conceito de Luminância e Iluminância, que são termos diferentes.

**Luminância:** Quão denso está a luz refletida em uma determinada direção, medida em candela por metro quadro (cd/m<sup>2</sup>). Portanto é a luz refletida de uma superfície em um certo ângulo.<sup>14</sup>

**Iluminância:** Quantidade de luz que incide sobre uma determinada área na superfície, medida na unidade de lux (lx) que é semelhante a um lúmen/m<sup>2</sup>.<sup>15</sup>

Em ambientes de trabalho, onde visa-se uma boa visibilidade porém sem esforços na visão, a intensidade de luz de 200 lux é o desejado, porém para tarefas onde exige-se um grande nível de detalhamento visual, o nível de intensidade deve chegar até 3000 lux. Acima dessa medida, começa a ocorrer fadiga visual.

*Visando maior precisão nesse assunto, criou-se o ISO-8995-2002 com as normas brasileiras para iluminação no ambiente de trabalho, como exemplificado na tabela abaixo.*

**Tabela 5 - Iluminância ótima no ambiente de trabalho**

| <b>Tarefas de Escritório</b>                | <b>Iluminância média da tarefa</b> |
|---|------------------------------------|
| - Arquivo, fotocópias, circulação, etc.     | 300 lux                            |
| - Escrita, leitura e processamento de dados | 500 lux                            |
| - Desenho técnico                           | 750 lux                            |
| - Unidade de CAD                            | 500 lux                            |
| - Salas de conferências e de reunião        | 500 lux                            |
| - Recepção                                  | 300 lux                            |

### 5.3 Tabela SWOT após análises

Após a análise imediata dos feedbacks e da concepção mais adequada do problema que resolvemos, foi feita a análise SWOT do Polaglass. Dessa forma as tomadas de decisão tomam uma estratégia mais cuidadosa, uma vez que a os pontos fortes e fracos da ideia ficam expostos.



Figura 21: Análise SWOT Polaglass

## 6.0 Discussão

De acordo com as respostas obtidas, foi possível observar uma tendência para determinados aspectos dentre as premissas levantadas anteriormente, o que é demonstrado na tabela abaixo:

*Tabela 6 - Feedback MVP consolidado*

| Premissas                               | Grau                            | Nota de 1 a 5 |
|---|---------------------------------|---------------|
| Problemas de Cortinas e Persianas       | Intermediário                   | 3             |
| Melhoria no Design                      | Alto                            | 4 a 5         |
| Retirar Reflexo auxilia no conforto     | Alto                            | 4 a 5         |
| Mecanismo que melhor atende o usuário   | Degradé                         | 0,73          |
| Substituiria a cortina por esse produto | Alto                            | 4 a 5         |
| Ambientes mais adequados                | Escritórios, hospitais e bancos | -             |
| Preço aceito/m <sup>2</sup>             | Alto                            | 300           |
| Problemas de Cortinas e Persianas       | Alto                            | Poeira        |

Identificou-se que cortinas e persianas são vistos inexpressivamente como um problema para o público, porém o design que pode-se oferecer pode vir a ser um diferencial de extrema vantagem, visto que foi recorrentemente repetido o termo “deixar o ambiente limpo” entre as entrevistas com designers de interiores, o Polaglass é visto como elemento dentro dos padrões de beleza perante especialistas que em geral nos forneceram dicas pontuais bastante concordantes entre si sobre a geometria do botão em que o mecanismo será acionado e a cor dos frames que compõe o produto. Um dos pontos mais importantes validados nessa pesquisa seria o alto aceite do mecanismo degradé, que nos leva a um desafio gigantesco para as próximas etapas, porém, é uma variável que torna o conceito atrativo ou não para o usuário, sendo que só seria possível o controle preciso da iluminância ótima para se trabalhar com a regulação gradual da intensidade de luz a entrar no ambiente.

Após solucionado o problema do degradé, foi entendido que existe um interesse por partes dos profissionais visando essa inovação por um preço em torno dos R\$300/m<sup>2</sup>. Esse preço condiria com o de cortinas de alto padrão, mas não somos competitivos com as persianas simples que chegam a ser feias de PVC, com o preço muito abaixo do que isso por unidade. Com uma rápida pesquisa conseguiu-se avaliar o preço desses itens e categorizá-los em relação a classe social e mercado alvo. A tabela abaixo foi feita de acordo com o mecanismo de busca orgânica em que o site de busca Google classifica os e-commerces mais fluidos, funcionais e completos dentre aquelas que apresentam o produto procurado. Portanto essa tabela está trazendo os sites mais comprados sem a necessidade de investimento em marketing online, ou seja, os melhores e-commerces de cortinas e persianas.

Tabela 7 - Pesquisa Mercado de Cortinas e Persianas

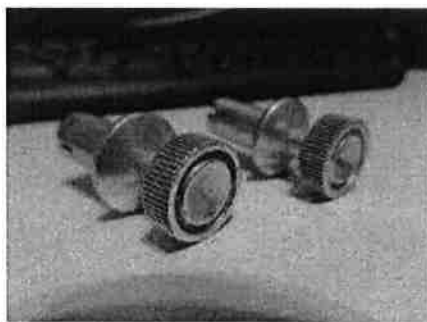
| <b>Cortinas</b>     |                    |                   |        |                 |        |               |
|---------------------|--------------------|-------------------|--------|-----------------|--------|---------------|
| <b>Fontes</b>       | <b>tamanho(m²)</b> | <b>preço(R\$)</b> |        | <b>Preço/m²</b> |        | <b>Classe</b> |
| Mobly               | 8,4                | R\$               | 150,00 | R\$             | 17,86  | C             |
| Mobly               | 10,4               | R\$               | 150,00 | R\$             | 14,42  | C             |
| Mobly               | 8                  | R\$               | 130,00 | R\$             | 16,25  | C             |
| Mobly               | 7,5                | R\$               | 289,00 | R\$             | 38,53  | C             |
| Mobly               | 8                  | R\$               | 130,00 | R\$             | 16,25  | C             |
| Mobly               | 11,25              | R\$               | 180,00 | R\$             | 16,00  | C             |
| Mobly               | 7,8                | R\$               | 270,00 | R\$             | 34,62  | C             |
| Mobly               | 7,5                | R\$               | 290,00 | R\$             | 38,67  | C             |
| Mobly               | 10,8               | R\$               | 360,00 | R\$             | 33,33  | C             |
| Mobly               | 6                  | R\$               | 200,00 | R\$             | 33,33  | C             |
| casadasograenxovais | 3,4                | R\$               | 230,00 | R\$             | 67,65  | C             |
| casadasograenxovais | 7,5                | R\$               | 370,00 | R\$             | 49,33  | C             |
| casadasograenxovais | 7,5                | R\$               | 420,00 | R\$             | 56,00  | C             |
| magazineluiza       | 4                  | R\$               | 120,00 | R\$             | 30,00  | C             |
| magazineluiza       | 7,5                | R\$               | 435,00 | R\$             | 58,00  | C             |
| magazineluiza       | 7,5                | R\$               | 323,00 | R\$             | 43,07  | C             |
| magazineluiza       | 3,4                | R\$               | 230,00 | R\$             | 67,65  | C             |
| magazineluiza       | 6                  | R\$               | 360,00 | R\$             | 60,00  | C             |
| magazineluiza       | 6                  | R\$               | 206,00 | R\$             | 34,33  | C             |
| light in the box    | 3,408              | R\$               | 650,00 | R\$             | 190,73 | A             |
| light in the box    | 3,408              | R\$               | 547,00 | R\$             | 160,50 | A             |
| light in the box    | 3,408              | R\$               | 222,00 | R\$             | 65,14  | C             |
| light in the box    | 3,408              | R\$               | 324,00 | R\$             | 95,07  | C             |
| light in the box    | 3,408              | R\$               | 512,00 | R\$             | 150,23 | A             |
| light in the box    | 8,9304             | R\$               | 683,00 | R\$             | 76,48  | C             |
| light in the box    | 8,9304             | R\$               | 820,00 | R\$             | 91,82  | C             |
| light in the box    | 3,408              | R\$               | 341,00 | R\$             | 100,06 | B             |
| light in the box    | 3,408              | R\$               | 444,00 | R\$             | 130,28 | B             |
| light in the box    | 11,163             | R\$               | 615,00 | R\$             | 55,09  | C             |
| light in the box    | 1,712              | R\$               | 102,00 | R\$             | 59,58  | C             |
| light in the box    | 11,163             | R\$               | 854,00 | R\$             | 76,50  | C             |
| light in the box    | 11,163             | R\$               | 923,00 | R\$             | 82,68  | C             |

Tabela 8 - Classificação perante a classe do público alvo e média dos valores

| <b>Número Classe A</b> | <b>Número Classe B</b> | <b>Número Classe C</b> | <b>Preço Médio (R\$/m²)</b> |
|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 3                      | 2                      | 27                     | R\$ 64,00                   |

## 7.0 Conclusão

As opiniões entre os profissionais convergiam para um acionamento com um sistema semelhante a “Volume de Televisores antigos”, onde controla-se a intensidade de luz que entra ao girar-se um botão liberando o sistema degradé e um frame com a tonalidade neutra, beirando a cor cinza para não ser notável.



*Figura 22: Botão de um Televisor antigo*

A ideia do Polaglass foi tida a um ano e o acompanhamento e mentoria do Instituto TIM no programa AWC já existe a seis meses. O programa tem como totalidade um ano de cobertura de custos e consultoria para os estudantes com ideias inovadoras, realizando acompanhamentos semanais do progresso de cada projeto, os monitores da AWC nos incentivam e direcionam para o desenvolvimento do conceito se acelerar.

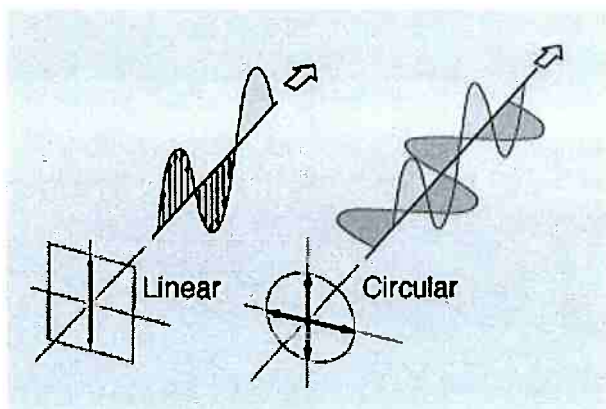
A proposta do AWC é dividida em duas etapas, esse trabalho está indicando o avanço da parte 1 (primeiros seis meses) onde o foco era entender as demandas do mercado. A partir de agora, entramos na parte 2, onde o objetivo é criar a operação da empresa para desenvolver o produto/serviço que foi descoberto na parte 1.

Após aplicarmos a metodologia do design thinking na ideia do Polaglass, concluímos que há um certo entusiasmo entre os arquitetos e designers pelo produto (com alguns querendo fazer compra sem nem ao menos ver o mecanismo pronto), ou seja, a questão era, antes de criar um protótipo, entenda profundamente o que deve existir nesse protótipo.

Com esses resultados nos deparamos com alguns desafios que serão feitos na parte 2 do projeto (que é feita de julho a dezembro de 2016), como a criação de um mecanismo degrade, de praticidade extrema no manuseio e limpeza e

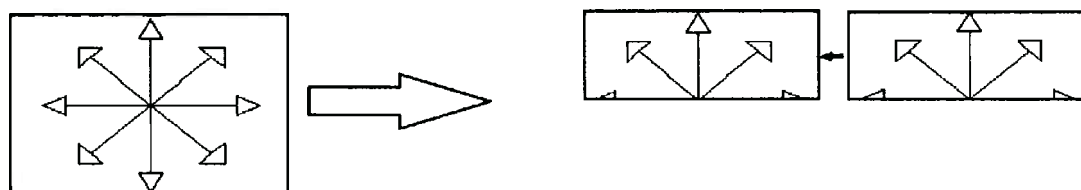
dependência mínima de importação para conseguirmos fazer o preço em torno de R\$300/m².

Diante de algumas reflexões sobre como conseguir o efeito, estudou-se outros tipos de polaroides existentes e suas aplicações. Nos deparamos com um tipo de filme polarizado circularmente, onde a direção de suas partículas partem do centro e vão até os vértices, ou seja, durante sua fabricação as tensões durante o estiramento são aplicadas de forma homogênea em todas as direções, formando o posicionamento das partículas como ilustrado abaixo.



*Figura 23: Ilustração de filmes polarizados linearmente e circularmente*

Polaroide circulares são utilizados hoje em dia para a fabricação de óculos para cinema 3D, porém nunca explorou-se novas aplicações para o mesmo em janelas. Propomos uma solução para realizar o mecanismo degrade, ilustrado abaixo.



*Figura 24: solução para o mecanismo degradé*

A AWC aprovou a proposta e efetuou as compras de uma grande quantidade de filmes circulares, importando-os da China para darmos início à parte 2 do projeto. Como estamos trabalhando com pioneirismo, precisaremos validar o

funcionamento do sistema, para isso, foi feita uma matriz de decisão com as possibilidades dos cenários futuros.

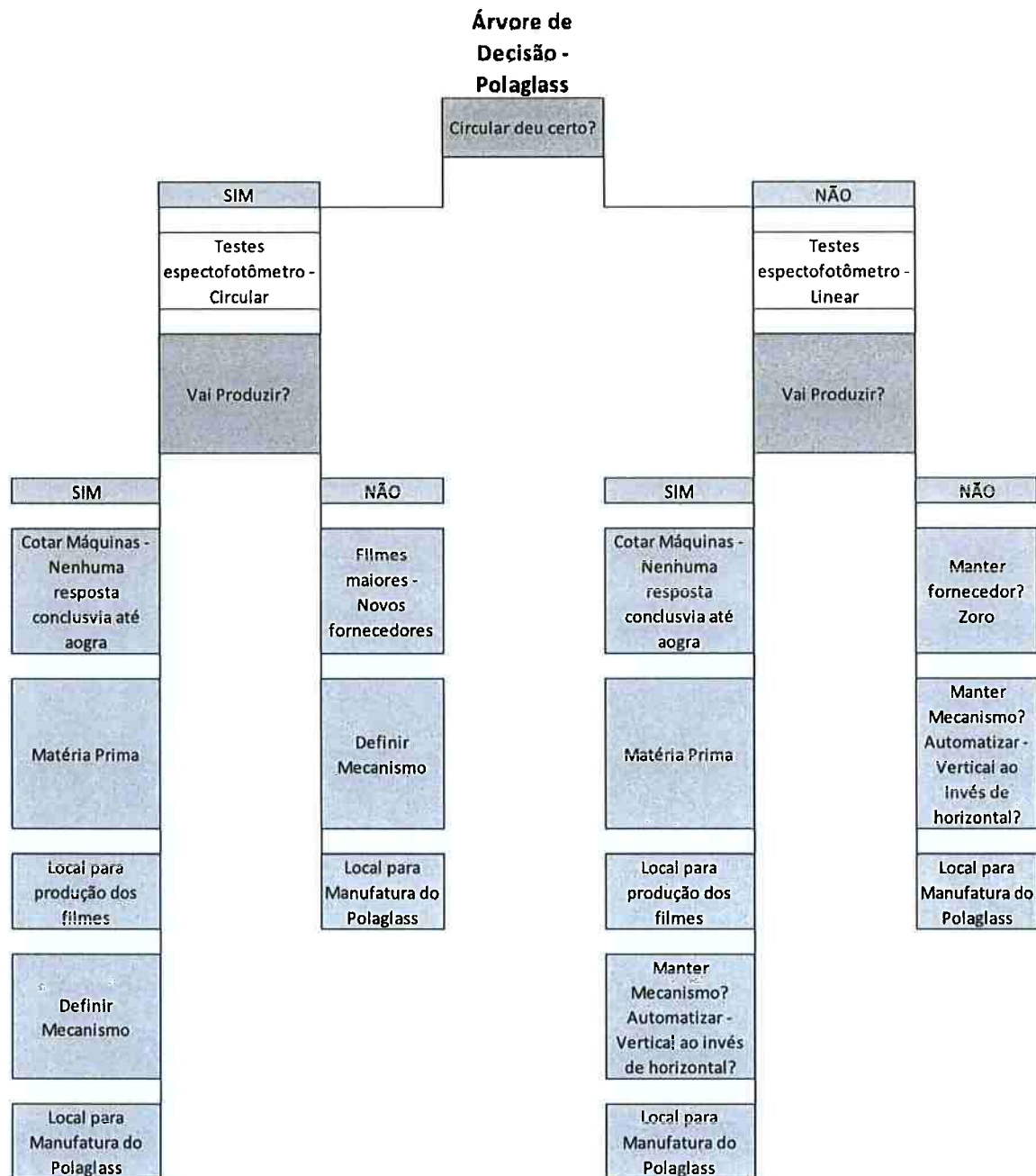


Figura 25 - Árvore de Decisão

Com isso estabelecemos um plano de trabalho:

- 1) Encontrar perito em Dicroísmo Linear para maior aprofundamento no assunto.



- 2) Desenvolver um protótipo com maior precisão utilizando expertise de fabricantes de trilhos de janelas. Abrir a possibilidade da utilização de outros tipos de materiais para o frame e trilho. Projetar o novo modelo no NX com o foco na menor espessura possível e sistema degradé.
- 3) Cotar equipamento para produzir polaróides.
- 4) Montar lista de parceiros para fornecimento das parte separadamente de acordo com a demanda. Fabricante dos trilhos, frame, chapas de vidro e \*acrílico.
- 5) Montar lista de parceiros para terceirização da distribuição.
- 6) Ampliar a relação de vendas com escritórios de Designers de Interior e Arquitetos.

## 8.0 Referências Bibliográficas

1. Hecht, Eugene. Optics, 2nd ed., Addison Wesley (1990) ISBN 0-201-11609-X. Chapter 8.
2. Preparação de Lâminas Polarizadoras\*VICENTE ROHERTO DUMKE e GERMANO WOEHL JR. Centro Politécnico UFR, CP, 1862, WOYXX) Curitiba, PR
3. C.R.Noller, Textbook of Organic Chemistry , 3 Edition W. 6. Saunders Company, Philadelphia 1966.
4. Christopher Bonanos; Instant: The History of Polaroid 2012
5. <http://www.polinor.com.br/?project=pmma-acrilico> - Acessado em 05/05/2016
6. Karina Sossai, 1 Rachel Micaela, 1 Maisa Tonon, 1 Vinicius Vescovi, 1 Robson Valle2 1Alunos do Curso de Engenharia Química 2 Professor do Departamento de Engenharia Química Faculdade de Aracruz – UNIARACRUZ
7. <https://endeavor.org.br/mvp/> - Acessado em 05/05/2016
8. Eric Ries (2011). The LEAN STARTUP (United States of America: Crown Business)
9. Alexander Osterwalder (2004). The Business Model Ontology - A Proposition In A Design Science Approach. PhD thesis University of Lausanne.
10. <http://www.investopedia.com/terms/p/porter.asp?layout=infini&v=5E&orig=1&adtest=5E> - Acessado em 05/05/2016
11. Simplified Strategic Planning: The No-Nonsense Guide for Busy People Who Want Results Fast Paperback – September, 2000 by Robert W. Bradford (Author), Brian Tarcy (Author)
12. The Strategic Inflection Point as a Special Case Pivot - Wouter Lagerweij's
13. Programa Nacional de conservação de Energia Elétrica (PROCEL) – Engenheiro Pierre Rodriguez - julho 2002

14. VIANNA, Nelson Solano e Joana Carla S. Gonçalves. Iluminação e Arquitetura. São Paulo: Ed. Virtus S/c Ltda., 2001.

15. ABNT - Associação Brasileira de normas Técnicas. NBR 5413 - Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, ABNT, 1992. Manual de Luminotécnica da Osram