

Universidade de São Paulo
Escola Politécnica
Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais

Fernando Desidério Grego

**Polaglass – Inovação e
desenvolvimento de um novo produto
para controle da luminosidade**

São Paulo
2016

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

Fernando Desidério Grego

Polaglass – Inovação e desenvolvimento de um novo produto para controle da luminosidade

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**

Ao meu amigo e orientador, Guilherme Lenz, com admiração e gratidão pelo seu apoio e amizade não só ao longe desse trabalho mas ao longo dos anos de minha graduação.

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, ao meu orientador e amigo Professor Doutor Guilherme Frederico Bernardo Lenz e Silva, que sempre me apoiou nesse e em outros projetos e a todos os outros professores e funcionários do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Ainda agradeço aos professores Racine Tadeu Araújo Prado e o professor Daniel Sowmy, da Engenharia Civil e responsáveis pelo Laboratório de Sistemas Prediais. Também agradeço à técnica Jéssica Bragatti pelo apoio nos testes realizados.

Não posso deixar de agradecer a todos os outros professores e profissionais que auxiliaram no desenvolvimento do projeto, como professores de arquitetura, design, arquitetos, entre outros.

Ainda agradeço ao Instituto TIM, à Academic Working Capital (AWC) e à empresa Caos Focado pela enorme ajuda no desenvolvimento deste trabalho e pelo aprendizado incrível em áreas de meu interesse, como o empreendedorismo.

Agradeço também ao meu amigo e sócio nessa ideia Ricardo Lamberti Indelicato, por vivenciar toda essa experiência junto comigo e fazer parte do sonho de ser um empreendedor.

Agradeço à minha família: minha mãe, Marcia, meu irmão e amigo, Daniel, e especialmente meu pai, Osvaldo, que nos deixou no meio de minha graduação, por sempre estarem do meu lado e me ajudarem em qualquer situação.

Agradeço à minha namorada Nuria pelos ótimos momentos ao seu lado que tornam esse e qualquer outro desafio muito mais fácil de se realizar.

Por fim, agradeço aos meus amigos pelos diversos momentos de descontração. Sem eles, nada disso seria possível.

Resumo

Esse trabalho se baseia na aplicação de filmes polarizadores lineares para bloqueio de luz, utilizando um mecanismo composto por chapas de acrílico e chapa de vidro. O produto aqui descrito evita a entrada de luz no ambiente, seja ele uma residência, um escritório, prédios comerciais e outros de forma inovadora, prática e simples podendo assim, substituir cortinas e persianas, que apresentam problemas como falta de praticidade e acúmulo de pó.

Os filmes polarizadores utilizados no Polaglass são capazes de filtrar algumas faixas do espectro magnético, impossibilitando assim a sua passagem através do mecanismo. Uma das faixas do espectro magnético bloqueada pelo Polaglass é a faixa do espectro de luz visível. Esses filmes polarizadores são compostos de álcool polivinílico dopados com iodo e tensionados uniformemente e linearmente, o que garante a propriedade desejada de polarização de luz.

O trabalho ainda abrange fortemente o lado empreendedor da ideia, passando por temas como tamanho de mercado, *market share*, demonstrativo de resultado do exercício, modelo de negócios, método *Canvas*, análise *SWOT*, baseados principalmente nos fundamentos da ideia de Lean Startup. Ao estudar os pontos citados acima, conclui-se que o Polaglass apresenta um mercado muito favorável, com boas oportunidades de crescimento.

Esse projeto foi feito em colaboração com o programa Academic Working Capital do Instituto Tim, que ajudou a equipe financeiramente e academicamente.

Palavras chave: Polarização de luz, filmes polarizadores, bloqueio de luz, inovação, *Startup*, *Canvas*, Análise *SWOT*.

Lista de Figuras

Figura 1 - Filmes polarizadores lineares com paralelismo na direção de suas partículas (GOUVÊA, 2016).....	13
Figura 2- Filmes polarizadores lineares com perpendicularidade na direção de suas partículas (GOUVÊA, 2016).....	13
Figura 3 - Ondas eletromagnéticas incidindo em um filme polarizador (HECHT, 1990).....	15
Figura 4 – Efeito obtido quando se insere outro filme polarizador após a primeira polarização de luz. (INDELICATO, 2016).....	16
Figura 5 – Chapa única fixa do mecanismo do Polaglass	17
Figura 6 - Duas chapas móveis do mecanismo do Polaglass.....	18
Figura 7 - Polaglass "aberto" - A luz passa pelo mecanismo.....	19
Figura 8 - Chapas móveis trocam de lugar	20
Figura 9 - Configuração final do Polaglass - A luz não passa pelo mecanismo.....	21
Figura 10 - Esquema dos frames desenhado no NX.....	22
Figura 11 - Frame do Polaglass	22
Figura 12 - Esquema da lâmina dicróica. L - lâmina de PVA. F - força de estiramento. Ey - componente transmitida. Ex - componente absorvida. (DUNKE, 1982)	26
Figura 13 - Método para dopagem com iodo. R - recipiente de vidro. O - anel de borracha para vedação. F - fio de aço inox. I - cristais de iodo. L - lâmina de PVA. (DUNKE, 1982).....	27
Figura 14 - Espectro de absorção de lâmina de PVA iodada. Linhas pontilhadas - lâminas paralelas. Linha inteira - lâminas perpendiculares. (DUNKE, 1982)	28
Figura 15 - Espectro eletromagnético (Explicatorium, 2016).....	30
Figura 17 – Ciclo Build – Measure – Learn. (RIES, 2011)	35
Figura 18 - Exemplo de MVP e de produto (INDELICATO, 2016)	36
Figura 19 - Estrutura do Modelo de Negócios Canvas.....	37
Figura 20 - Aplicações do Canvas	38
Figura 21 - Análise SWOT	42
Figura 22 - Espectrofotômetro utilizado na análise de transmitância	47
Figura 23 - Espectrofotômetro utilizado na análise de transmitância (2).....	47
Figura 24 - Espectrofotômetro utilizado na análise de transmitância (3).....	48

Figura 25 - Espectrofotômetro utilizado na análise de transmitância (4).....	48
Figura 26 - Amostras utilizadas para ensaio de transmitância.....	50
Figura 27 - Gráfico de transmitância da chapa de acrílico.....	51
Figura 28 - Gráfico de transmitância da amostra 1	52
Figura 29 - Gráfico de transmitância da amostra 2	53
Figura 30 - Gráfico de transmitância comparativo entre as amostras 1 e 2 no intervalo de comprimento de onda de luz visível.....	55
Figura 31 - Gráfico de transmitância comparativo entre as amostras 1 e 2	55
Figura 32 - Gráfico de transmitância de filmes polarizadores circulares	56
Figura 33 - Gráfico do Crescimento do Lucro líquido em reais.....	64
Figura 34 - Canvas do Polaglass	65
Figura 35 - Análise SWOT	66

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Cores percebidas pelo olho humano conforme o comprimento de onda.	29
Tabela 2 - Comparação das propriedades entre acrílico e vidro. (INDELICATO, 2016).....	31
Tabela 3 - Exemplo de DRE. (Vivendo Contabilidade, 2016)	34
Tabela 4 - Estimativa do total de área de janelas de empresas no Brasil.....	57
Tabela 5 - Cálculo do Market Size do Polaglass.....	57
Tabela 6 - Cálculo do tamanho do mercado e market share para o mercado B2C	58
Tabela 7 - Premissas adotadas para o DRE	59
Tabela 8 - DRE do mês 1 ao mês 6	60
Tabela 9 - DRE do mês 7 ao mês 12	61
Tabela 10 - DRE do mês 13 ao mês 18.....	62
Tabela 11 - DRE do mês 19 ao mês 24.....	63

Lista de Abreviações

AWC – Academic Working Capital

B2B – Business to business

B2C – Business to cliente

°C – Graus Celsius

cm – Centímetro

CMV – Custo de mercadoria vendida

CSLL – Contribuição social sobre lucro líquido

DRE – Demonstração de resultado do exercício

K - Kelvin

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IR – Imposto de renda

kgf – Quilograma força

m – Metro

mm – Milímetro

MVP – Minimum viable product

Nº – Número

nm – Nanometro

PMMA – Polimetil-metacrilato

PVA – Álcool polivinílico

R\$ – Reais

THz – Terahertz

UV – Ultravioleta

Sumário

1.	Introdução	12
1.1.	O que é o Polaglass?	12
1.2.	Como funciona o Polaglass.....	14
1.2.1.	Bloqueio de Luz	14
1.2.2.	Mecanismo das chapas com filmes polarizadores	16
2.	Objetivo	24
3.	Revisão Bibliográfica	25
3.1.	Filme polarizador.....	25
3.2.	Luz visível e comprimentos de onda	29
3.3.	Escolha de materiais	30
3.4.	Empreendedorismo e negócios	32
3.4.1.	O que é <i>startup</i> ?	32
3.4.2.	Estimativa do tamanho do mercado e <i>market share</i>	32
3.4.3.	Concorrentes	33
3.4.4.	Análise Financeira.....	33
3.4.5.	<i>Minimum Viable Product (MVP)</i>	34
3.4.6.	<i>Business Modeling Canvas</i> - Modelo Canvas	36
3.4.7.	Análise <i>SWOT</i>	41
4.	Materiais e métodos	47
5.	Resultados e discussão dos resultados	51
5.1.	Análises no espectrofotômetro.....	51
5.2.	Tamanho do mercado e <i>market share</i>	57
5.3.	Concorrentes	58
5.4.	Análise Financeira.....	59
5.5.	<i>Canvas Business Modeling</i>	64

5.6. Análise SWOT.....	65
5.7. Entrevistas com especialistas na área	66
6. Conclusão	68
7. Bibliografia.....	70

1. Introdução

1.1. O que é o Polaglass?

O Polaglass é um produto criado com o intuito de bloquear a passagem de luz visível entre dois ambientes. A ideia do desenvolvimento do Polaglass é obter um produto capaz de substituir cortinas e persianas de forma prática, inovadora e higiênica.

Esse produto se utiliza do conceito da polarização de luz com o uso de filmes polarizadores lineares. Os filmes polarizadores são amplamente utilizados na indústria eletrônica e de fotos com o intuito de redução de brilho devido à luz refletida. Algumas de suas aplicações são componentes de telas de computadores, televisores, celulares, filtros de telescópio, filtros de câmeras fotográficas e óculos para cinema 3D.

Os filmes polarizadores podem ser lineares ou circulares. Para o desenvolvimento do Polaglass, inicialmente foram usados filmes lineares e posteriormente, tentou-se utilizar filmes circulares, mas o resultado obtido com filmes polarizadores lineares foi mais satisfatório e, portanto, o produto foi desenvolvido com esse tipo de filme. Os filmes lineares apresentam partículas orientadas linearmente em uma única direção. Quando se sobrepões dois filmes polarizados linearmente pode-se obter basicamente dois efeitos de transmitância da luz incidente nos filmes.

- I. Se os filmes apresentam paralelismo na orientação ou direção de suas partículas, boa parte da luz incidente nesses filmes é transmitida para o outro lado.

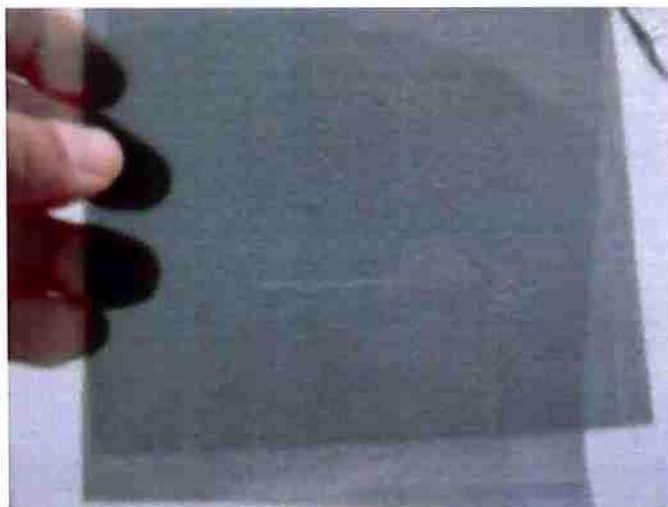


Figura 1 - Filmes polarizadores lineares com paralelismo na direção de suas partículas (GOUVÊA, 2016)

- II. Se os filmes apresentam perpendicularidade na orientação ou direção de suas partículas, uma pequena parte da luz incidente é transmitida para o outro lado.



Figura 2- Filmes polarizadores lineares com perpendicularidade na direção de suas partículas (GOUVÊA, 2016)

Portanto, O Polaglass utiliza o conceito da polarização de luz através de filmes polarizadores para bloquear a passagem de luz.

1.2. Como funciona o Polaglass

Para o bloqueio eficiente de luz, o Polaglass utiliza quatro pedaços de filmes polarizadores lineares que alternam sua posição para alterar a posição entre as orientações das partículas dos filmes polarizados (paralelo e perpendicular). Para isso, tem-se duas grandes vertentes – bloqueio da luz e o mecanismo das chapas com filmes polarizadores.

1.2.1. Bloqueio de Luz

Como dito anteriormente, o bloqueio de luz é feito a partir do posicionamento de dois filmes polarizadores. Para melhor compreensão do conceito de polarização, basta imaginar que um filme polarizado consiste de rede de fios e que esse filme é atingido por uma onda de luz visível (a luz visível é uma onda eletromagnética que oscila transversalmente). Essas ondas eletromagnéticas tem uma componente do seu campo elétrico alinhada paralelamente aos fios do filme polarizador que induzem o movimento de elétrons ao longo do comprimento desses fios. Então, essa parte paralela aos fios do filme polarizador é refletida e o filme polarizador funciona como uma superfície de um metal refletindo a luz visível incidente. Então, para a componente do campo elétrico que são perpendiculares à direção dos fios do filme polarizador, os elétrons não conseguem se mover ao longo do comprimento desse fio e somente uma pequena parte dessa onda é refletida e o resto é transmitido (HECHT, 1990)

A figura 3 a seguir mostra como funciona esse mecanismo. É possível observar uma onda eletromagnética chegando ao filme polarizador, onde, nesse caso, as partículas estão todas orientadas horizontalmente. Após a onda de luz passar pelo filme, nota-se que somente a componente perpendicular à essa direção passa pelo filme polarizador. Dessa forma, obtém-se uma luz polarizada linearmente.

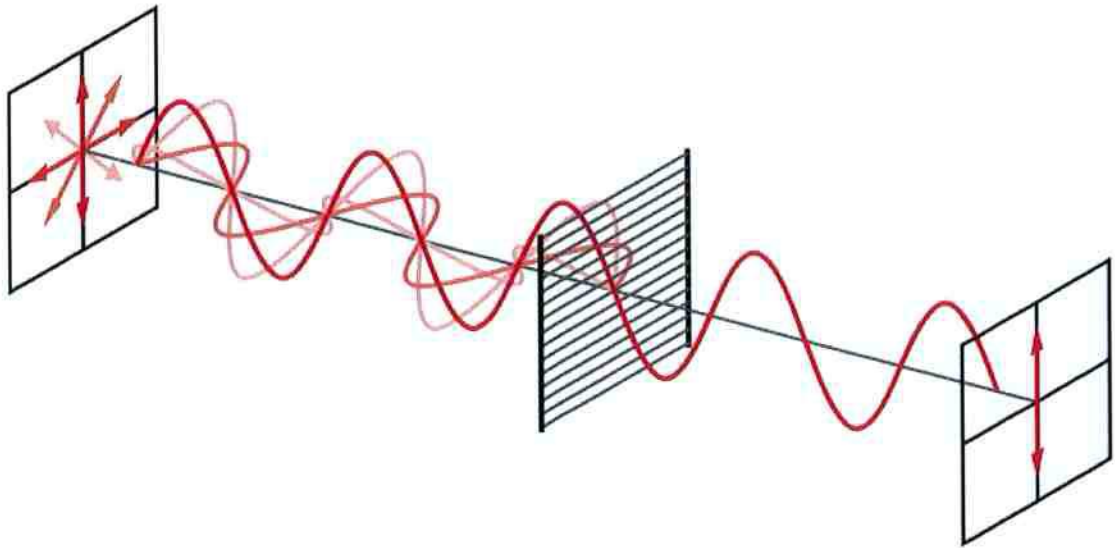


Figura 3 - Ondas eletromagnéticas incidindo em um filme polarizador (HECHT, 1990)

Dessa forma, se um próximo filme adicionado com orientação de partículas perpendiculares ao filme já existente, um novo efeito ocorrerá e a onda eletromagnética que foi transmitida pelo primeiro filme, será barrada no segundo filme. Caso o segundo filme tenha direção de partículas paralelas ao filme já existente, a luz passara. (Note que esse efeito é exatamente o efeito desejado no desenvolvimento do Polaglass). Isso pode ser observado na figura 4 a seguir.

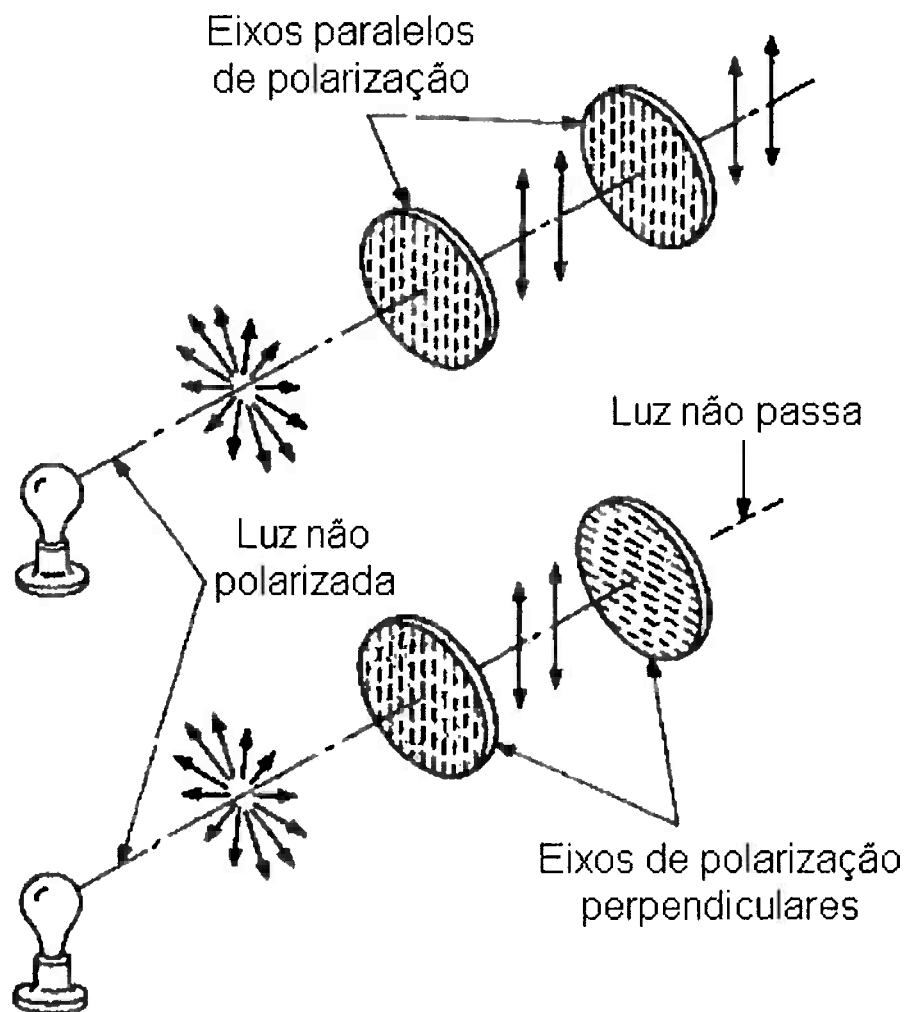


Figura 4 – Efeito obtido quando se insere outro filme polarizador após a primeira polarização de luz. (INDELICATO, 2016)

Assim passa a ser possível controlar a entrada ou não de luz em um ambiente.

1.2.2. Mecanismo das chapas com filmes polarizadores

Conforme visto acima, para que se obtenha o efeito desejado no Polaglass (transmitância ou não de luz), pode-se utilizar filmes polarizadores com direções de partículas paralelas ou perpendiculares.

Para isso, foi desenvolvido um mecanismo com chapas de acrílico, onde os filmes polarizados estão colados, que se movimentam e geram o efeito desejado.

O mecanismo consiste em uma chapa fixa e duas chapas móveis. Todas as chapas têm a mesma espessura e altura. A largura da chapa fixa é o dobro da largura das duas chapas móveis.

Na chapa fixa, são colados dois pedaços de filmes polarizados lado a lado, com direções de partículas perpendiculares, conforme imagem abaixo.

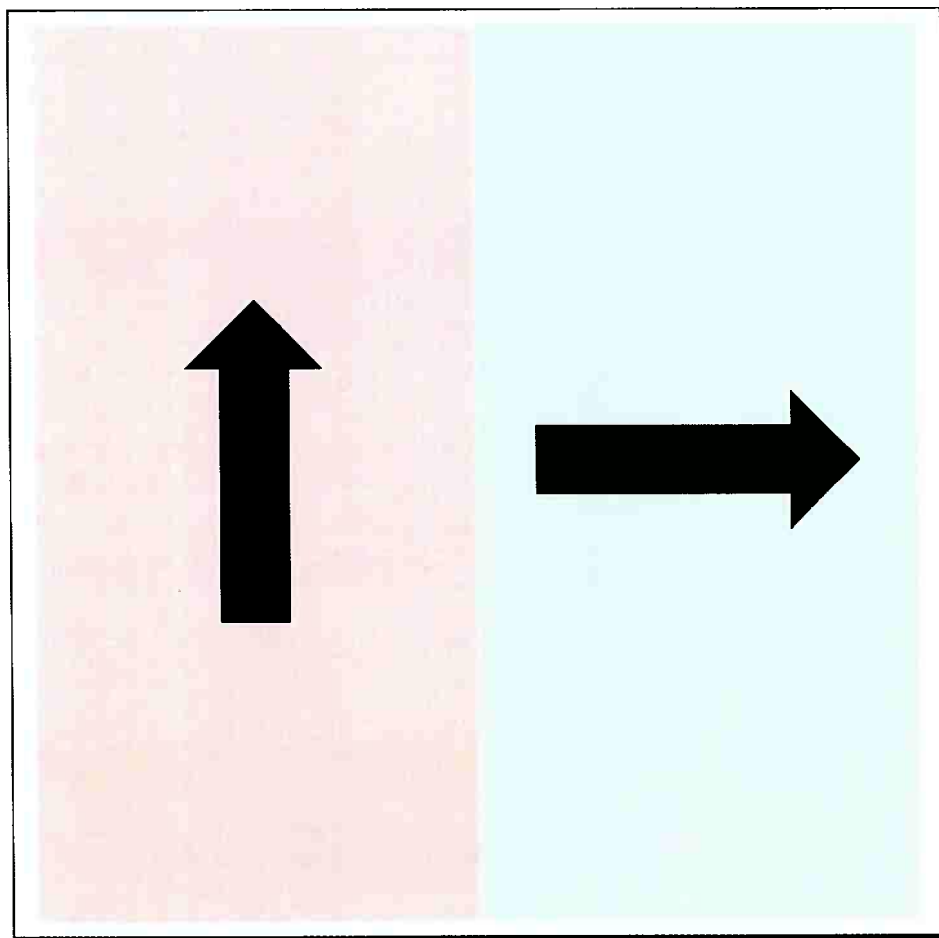


Figura 5 – Chapa única fixa do mecanismo do Polaglass

As setas indicam as direções das partículas de cada pedaço de filme polarizado. Foi usado um sistema de cores para facilitar a visualização e entendimento.

Além da chapa fixa, o sistema utiliza duas chapas móveis, que tem filmes polarizadores com orientação da partícula perpendiculares entre si, conforme pode ser verificado na figura 6 a seguir.

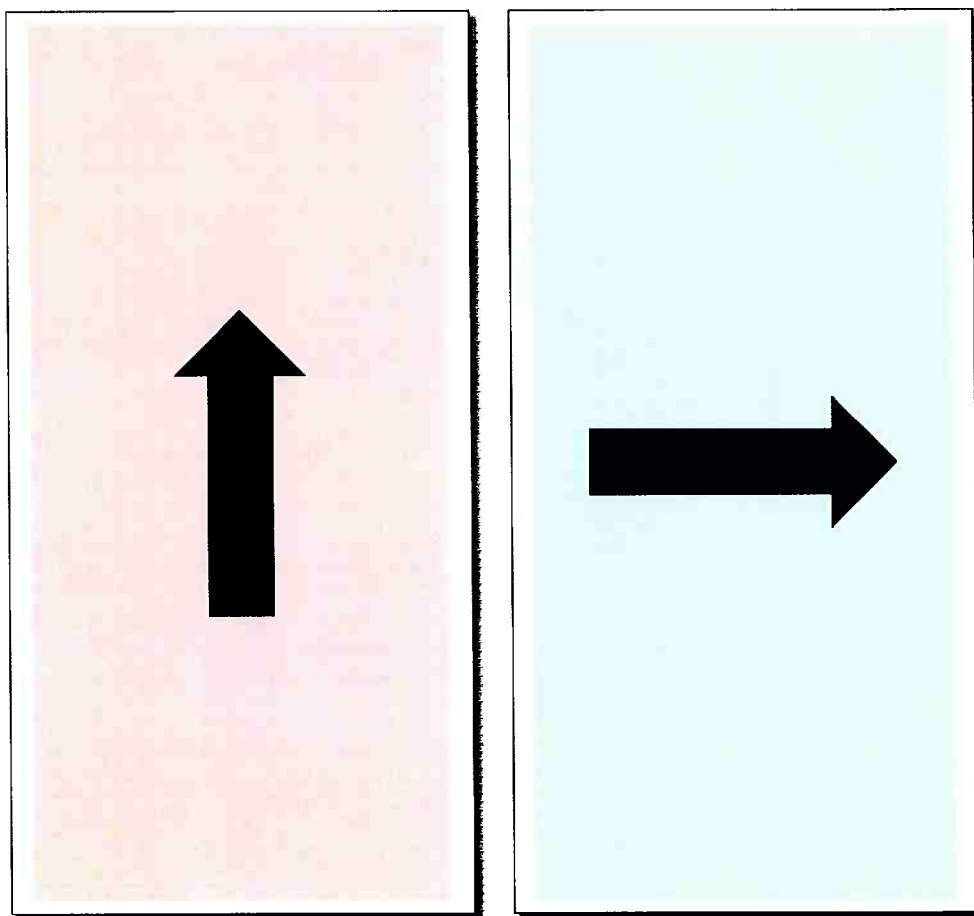


Figura 6 - Duas chapas móveis do mecanismo do Polaglass

Inicialmente, a chapa móvel com a mesma direção fica posicionada à frente do filme na chapa fixa que tem a mesma orientação das partículas, conforme mostrado na imagem a seguir.

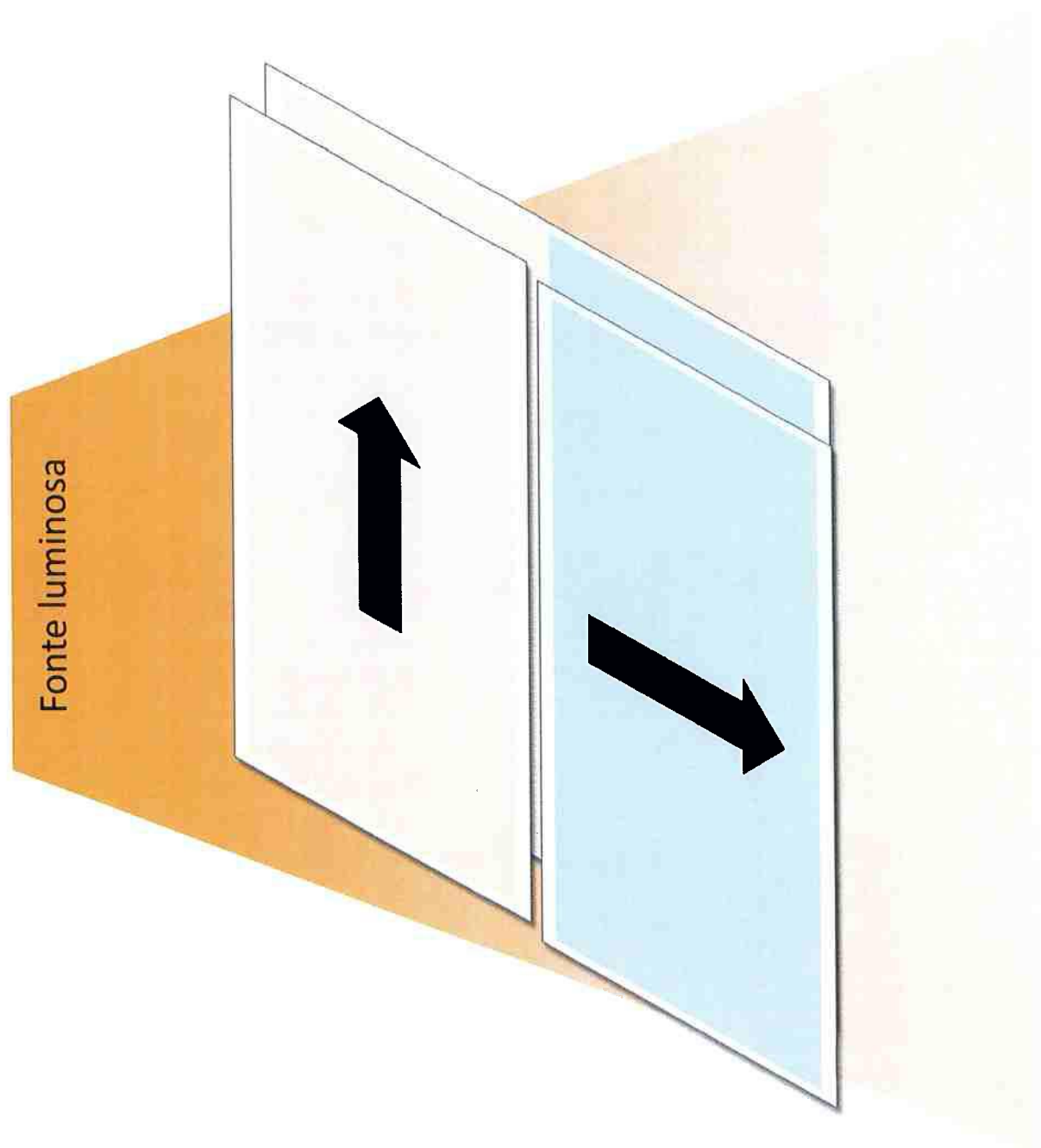


Figura 7 - Polaglass "aberto" - A luz passa pelo mecanismo

Dessa forma, a luz está passando por todo o mecanismo e atingindo o outro ambiente.

Ao acionar o mecanismo, as chapas móveis começam a se movimentar (figura 8) e mudam de lugar até atingir a configuração final (figura 9).

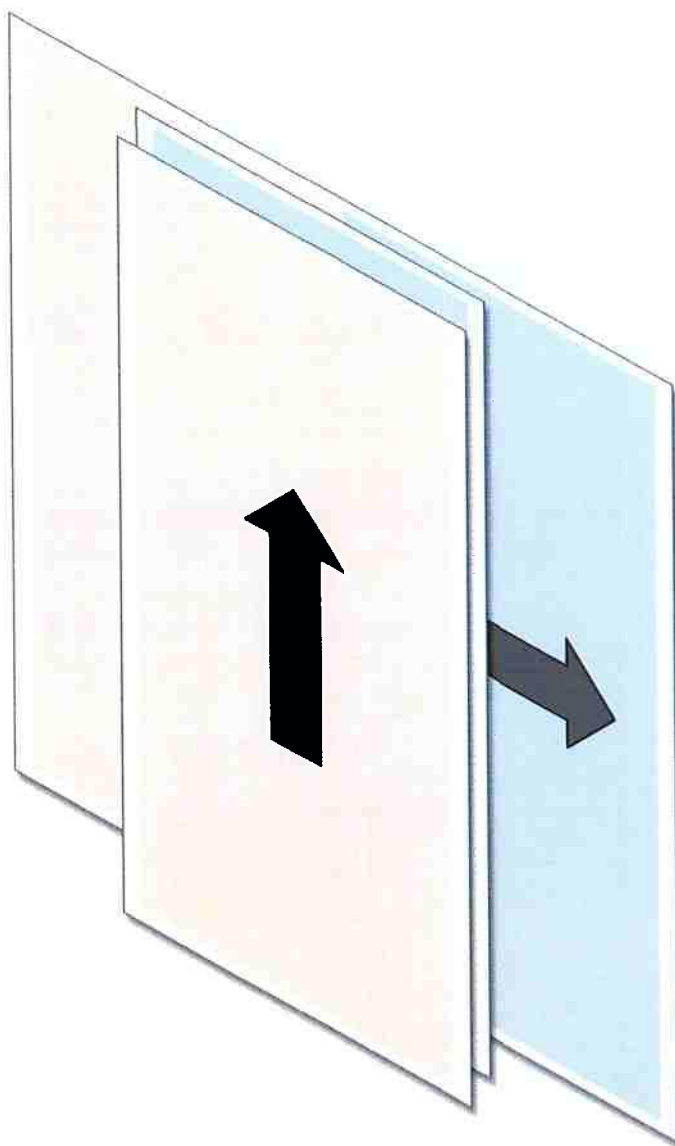


Figura 8 - Chapas móveis trocam de lugar

As chapas móveis se movimentam de forma uniforme e ao trocar de lugar produzem o efeito de “fechamento” ou de “desligar” o Polaglass.

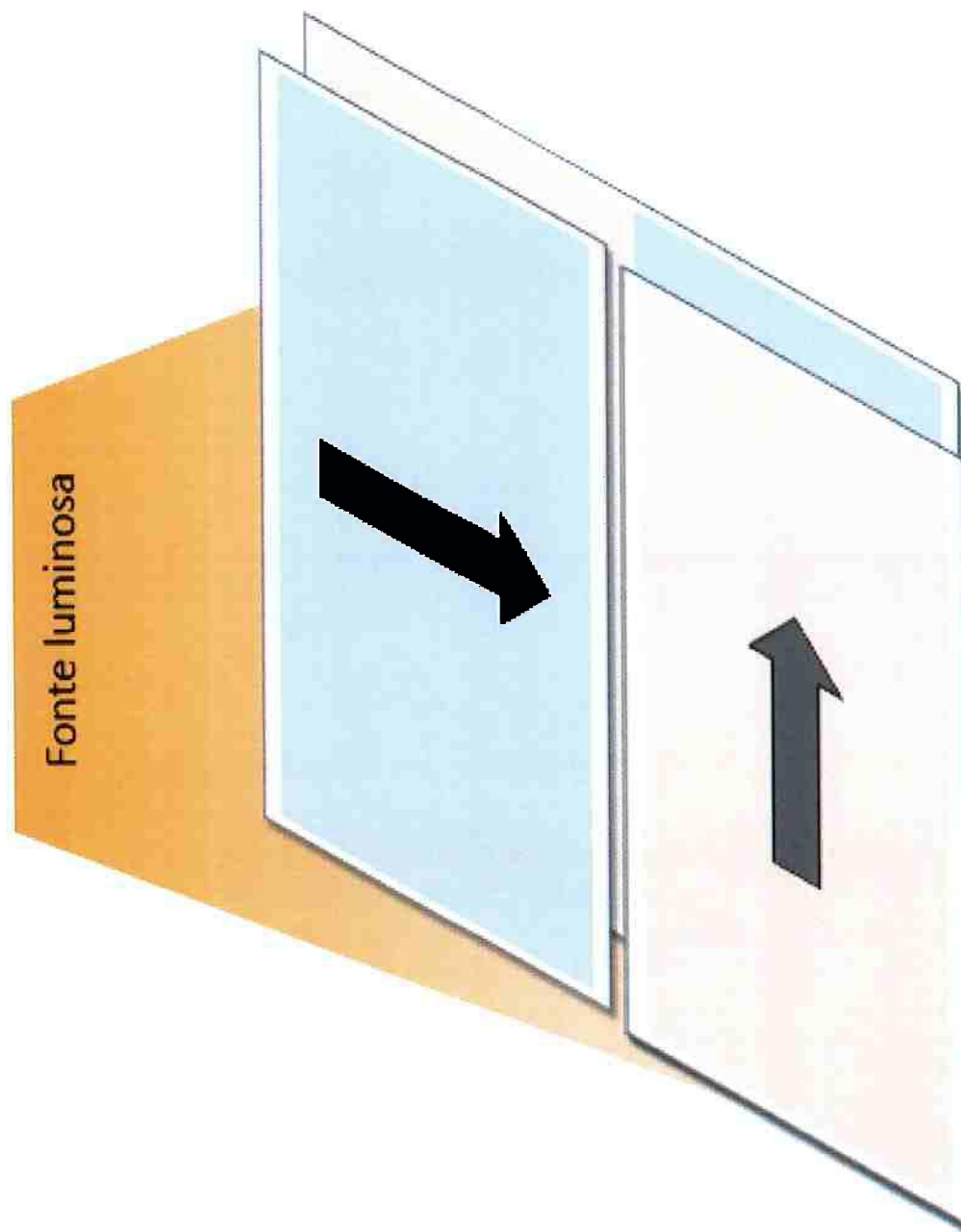


Figura 9 - Configuração final do Polaglass - A luz não passa pelo mecanismo

Após atingir a configuração vista na figura acima, a luz está bloqueada e o Polaglass está “fechado”.

Para fazer a movimentação das chapas, é utilizado um frame (conjunto de trilhos) onde as chapas estão alocadas. Cada chapa (uma fixa e as duas móveis) está alocada em um frame diferente. O sistema de frames foi desenhado no software NX: Siemens PLM Software (software de desenho técnico).

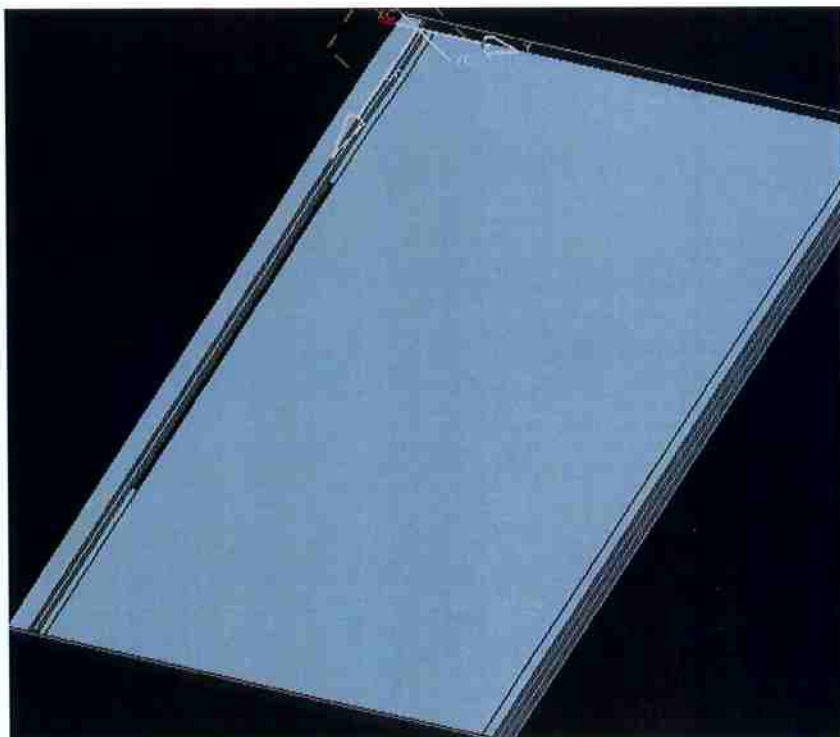


Figura 10 - Esquema dos frames desenhado no NX

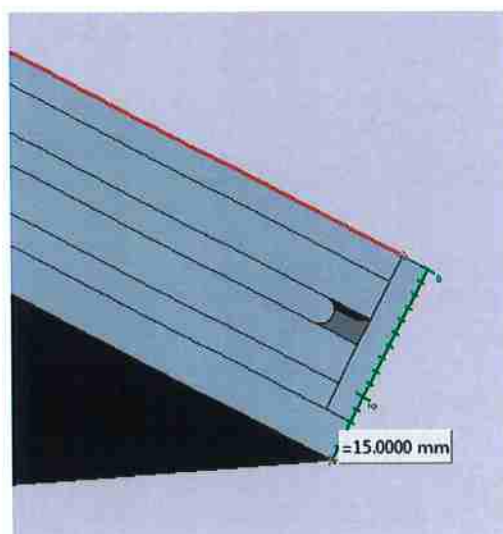


Figura 11 - Frame do Polaglass

Conforme visto nas figuras anteriores, cada chapa do Polaglass é separada por um trilho formando “sanduíches”. Seria algo como Chapa fixa – Frame – Chapa móvel – Frame – Chama móvel – Frame. A espessura de todas as chapas e as “folhas do frame” resultaram em torno de 1,5 cm no protótipo. O material utilizado para as chapas móveis e para o frame foi o acrílico. Para a chapa fixa, foi o vidro. A escolha do material será discutida mais adiante.

Por fim, o mecanismo do Polaglass será acoplado à janela do cliente, de modo que sua pequena espessura ainda permite a abertura e fechamento da janela.

2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é apresentar o produto Polaglass bem como mostrar a estratégia de entrada no mercado deste produto, através da criação de uma startup.

A experiência de criar um produto inovador, com potencial de substituir todo o mercado de cortinas e persianas, já é extremamente desafiadora. Enfrentar esse desafio em um país como o Brasil, onde o empreendedorismo não é uma pauta em destaque e não tem grandes incentivos, é ainda mais desafiador.

3. Revisão Bibliográfica

Esse trabalho consiste no desenvolvimento de um produto e no desenvolvimento de sua estratégia de entrada no mercado. Para que essa estratégia seja executada, foi estudado temas relacionados ao empreendedorismo, *startups*, plano de negócios, entre outros. Portanto, essa revisão bibliográfica apresenta diversos temas, como detalhes sobre o filme polarizador e outros materiais, empreendedorismo e outros.

3.1. Filme polarizador

Os filmes polarizadores usados no desenvolvimento do Polaglass foram importados da China. Foi estudado um meio de produção desses filmes e estudada a viabilidade de produção própria para baratear os custos de fabricação do Polaglass.

O filme polarizador consiste de álcool polivinílico (PVA) impregnado com iodo sublimado. (DUNKE, 1982)

Primeiro, obtém-se lâminas de PVA puro. Para isso, deve-se dissolver o álcool polivinílico, que geralmente é encontrado como um granulado de diversos tamanhos, em água. Ao ser dissolvido em água, é possível despejar o PVA em uma placa de vidro de forma a produzir uma camada com cerca de 2mm de espessura. Após isso, deve-se esperar a secagem a temperatura ambiente para evitar deformações. Após seco, o PVA pode ser retirado da placa de vidro e obtém-se uma lâmina flexível e transparente. (DUNKE, 1982)

O segundo passo da produção dos filmes polarizadores consiste no estiramento a quente das lâminas de PVA obtidas no passo anterior. A partir do estiramento, obtém-se propriedades anisotrópicas nas lâminas. Imagine que o comprimento inicial da lâmina é l_0 , para que ocorra um alongamento ideal, a lâmina deve ser estirada até o comprimento de $2,5 l_0$. A temperatura ideal do estiramento a quente é em torno de 60°C e a força necessária para fazer o estiramento de uma lâmina de cerca de 100 cm^2 de área é de 8kgf. (DUNKE, 1982).

Depois de estirado completamente, a força de tração deve ser mantida durante o resfriamento da lâmina até atingir a temperatura ambiente. Dessa forma, a deformação causada pelo estiramento é assegurada. (DUNKE, 1982)

Por fim, a lâmina estirada e resfriada apresenta dicroísmo linear na direção do estiramento, porém, à luz visível nada é percebido. O que ocorre é o alongamento das cadeias longas de hidrocarbonetos em uma direção preferencial. O efeito será percebido após impregnação de iodo.

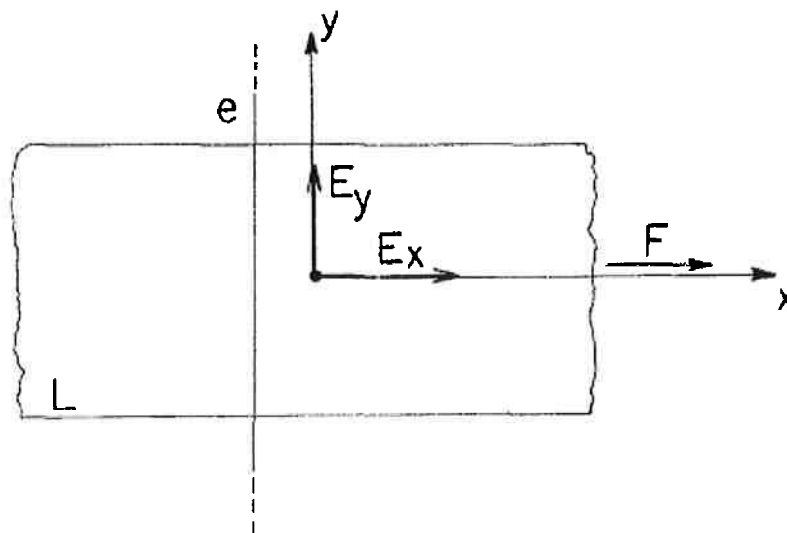


Figura 12 - Esquema da lâmina dicroica. L - lâmina de PVA. F - força de estiramento. E_y - componente transmitida. E_x - componente absorvida. (DUNKE, 1982)

O terceiro passo consiste na dopagem com iodo. Esse processo é relativamente simples e se resume na colocação da lâmina na presença de vapor de iodo.

Para realizar esse procedimento, utiliza-se um recipiente como na figura a seguir:

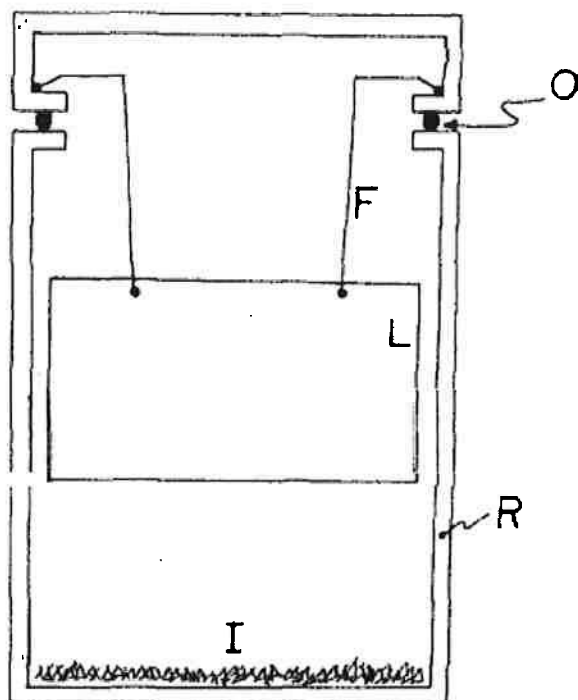


Figura 13 - Método para dopagem com iodo. R - recipiente de vidro. O - anel de borracha para vedação. F - fio de aço inox. I - cristais de iodo. L - lâmina de PVA. (DUNKE, 1982)

Dentro do recipiente mostrado na figura acima, ocorre a sublimação do iodo sólido. Após essa sublimação, o iodo, agora gasoso, se deposita sobre a lâmina de PVA e gradativamente penetra neste material. A difusão do iodo depositado para o interior da lâmina é facilitada pela presença de H_2O residual no polímero. Por conta dessa facilitação pela presença da água, é usual alternar períodos de impregnação de iodo com períodos onde a lâmina fica exposta a H_2O na forma de vapor. A duração ideal em que a lâmina deve ficar exposta ao iodo sublimado e ao vapor de água é de 24 horas. (DUNKE, 1982)

O último passo consiste na no revestimento do material obtido. Isso deve ser feito pois o PVA, por ser solúvel em água, altera-se com o tempo por conta da umidade. Essa alteração libera o iodo impregnado na lâmina. Para o revestimento, recobre-se a lâmina com um verniz de poliuretano ou com um esmalte à base de acetato de isoamila. (DUNKE, 1982)

Depois de finalizada a produção do filme polarizador, Dunke e Júnior (1982) realizaram um teste e constatou-se que o dicroísmo (anisotropia na absorção de luz) é máximo em comprimentos de onda na região central do espectro visível. Isso pode ser visto na figura a seguir.

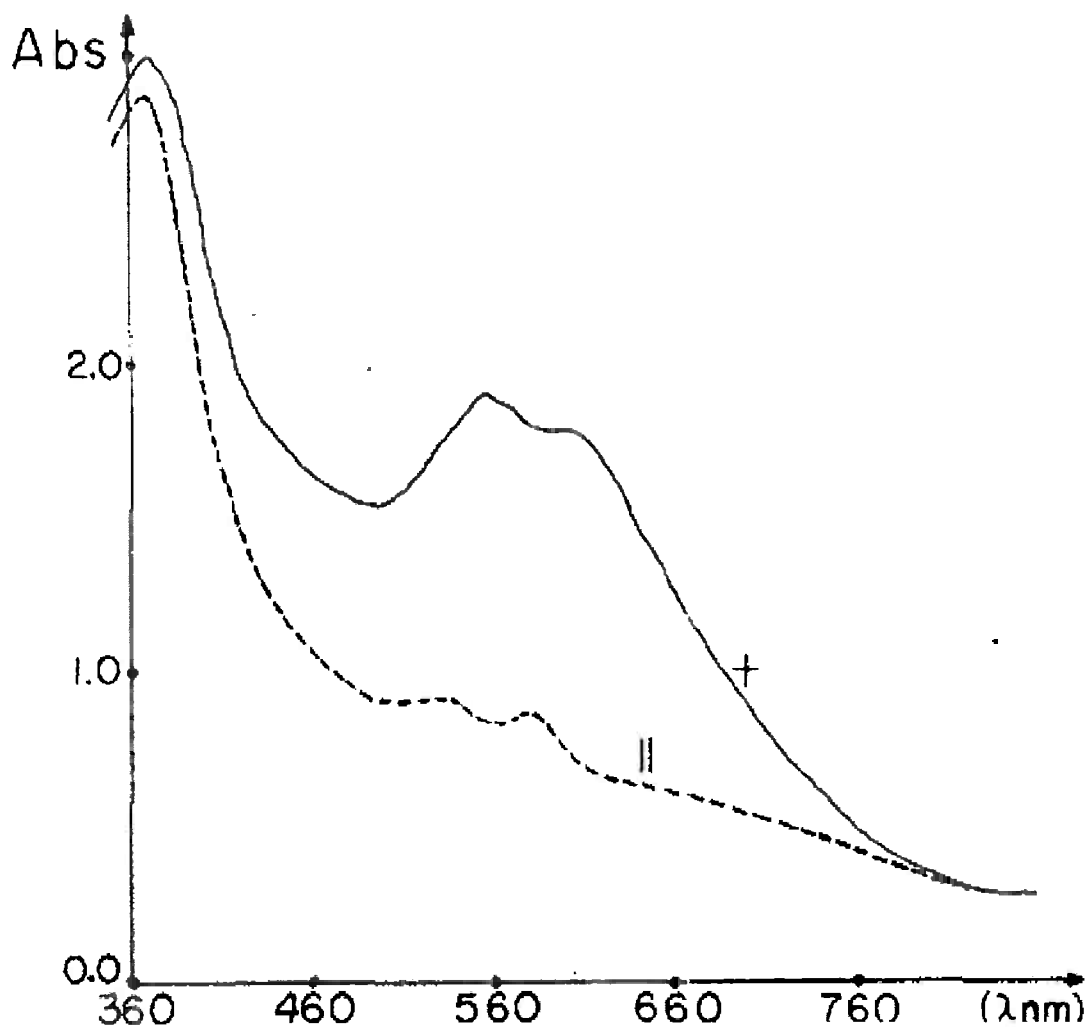


Fig. 3 - Espectro de absorção da lâmina de PVA iodada: ----- lâminas paralelas; ————— lâminas cruzadas.

Figura 14 - Espectro de absorção de lâmina de PVA iodada. Linhas pontilhadas - lâminas paralelas. Linha inteira - lâminas perpendiculares. (DUNKE, 1982)

Para o desenvolvimento do projeto Polaglass foram realizados testes de transmitância, no equipamento espectrofotômetro, que serão discutidos em seções posteriores desse trabalho.

3.2. Luz visível e comprimentos de onda

Vale ressaltar que esse trabalho aborda o comportamento de uma parte do espectro eletromagnético, correspondente à luz visível, em contato com o Polaglass. O espectro visível corresponde ao intervalo de comprimento de onda de 400 a 750 nm (ou 750 a 400 THz). A cor percebida pelos olhos humanos varia de acordo com o comprimento da onda, conforme tabela a seguir.

Tabela 1 - Cores percebidas pelo olho humano conforme o comprimento de onda.

Cor	Frequência (THz)	Comprimento de onda (nm)
Violeta	668–789	400–450
Azul	606–668	450–495
Verde	526–606	495–570
Amarelo	508–526	570–590
Laranja	484–508	590–620
Vermelho	400–484	620–750

Além do espectro de luz visível, o espectro eletromagnético abrange diversos outros campos, como o raio x, infravermelho, ultravioleta e ondas de rádio. Os diversos campos do espectro eletromagnético podem ser vistos na imagem a seguir.



Figura 15 - Espectro eletromagnético (Explicatorium, 2016)

As ondas de luz visível, ao atingirem uma superfície, podem seguir três caminhos diferentes. Elas podem ser:

- i. Transmitidas
- ii. Refletidas
- iii. Absorvidas

Nesse trabalho foi realizado ensaio de transmitância, que informa a quantidade de luz visível que atravessa a superfície e chega ao outro lado.

3.3. Escolha de materiais

Para definir os materiais utilizados no mecanismo do Polaglass, alguns critérios foram levantados.

Para as chapas móveis é necessário um material leve, duro e principalmente transparente. Além disso, o fator custo deve ser levado em conta, pois o produto deve ter um preço competitivo.

Para o frame, é necessário um material leve, com custo competitivo, resistente a impactos e possibilidade de alteração de cores (design).

A partir dos pontos levantados, utilizou-se o software CES EduPack, que auxilia na escolha do material ideal a partir das propriedades escolhidas.

A tabela a seguir mostra uma comparação entre os dois materiais mais indicados: vidro e acrílico (PMMA).

Tabela 2 - Comparação das propriedades entre acrílico e vidro. (INDELICATO, 2016)

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

A partir das propriedades apresentadas acima, definiu-se o acrílico como o material ideal para as chapas móveis. O grande influenciador nessa escolha foi o fato de o vidro não apresentar resistência à flexão e ao impacto, além de ter um processamento mais difícil e ser mais pesado. Para a chapa fixa, o material escolhido foi o vidro, pois como essa chapa fica em contato com o usuário, é necessário o material com maior resistência a riscos.

Para o frame, o acrílico também foi o material escolhido no desenvolvimento do protótipo devido às propriedades acima citada. Porém, a espessura mínima do acrílico é de 2 mm, o que não acontece no caso do alumínio, que também é um material leve, com boa resistência ao impacto e pode ser utilizado nos frames.

Além das chapas e do frame, é utilizado um fio que auxilia a troca de posição das chapas móveis. Esse fio precisa ser resistente à tração e o material escolhido foi o nylon (linha de pesca).

3.4. Empreendedorismo e negócios

3.4.1. O que é *startup*?

"Uma startup é uma instituição humana desenhada para criar um novo produto ou serviço em condições de extrema incerteza" (RIES, 2011).

As *startups* são empresas que pregam inovação, modernidade e praticidade. Essas empresas surgem com ideias de produtos ou serviços novos ou aprimoramento de produtos ou serviços já existentes. Atualmente, enxerga-se um *boom* de *startups* em todo o mundo, principalmente em países que incentivam o empreendedorismo como os Estados Unidos. No Brasil, é um negócio em crescimento e de investimentos em alta, porém ainda se nota que o país não valoriza tanto a cultura do empreendedorismo como no país norte-americano.

Alguns exemplos de *startups* são empresas que tem como produtos ou serviço aplicativos de táxi e transporte privado, cartões de crédito, aplicativos de delivery de comida, serviço de lavanderia e outras comodidades.

3.4.2. Estimativa do tamanho do mercado e *market share*

Usualmente quando se tem uma ideia de abertura de empresa, estuda-se o tamanho do mercado e o *market share*.

O tamanho de mercado é o total de clientes que um serviço ou produto pode alcançar em uma dada localidade definida. Por exemplo, para uma empresa de aplicativos de celulares, o tamanho do mercado brasileiro são todos os usuários de telefones celulares no Brasil. O tamanho de mercado pode ser dado em muitas unidades, como receita, número de unidades vendidas, número de clientes/usuários, entre outros. (project Alevel, 2016) (Business Insider, 2016)

Market share é a fatia do mercado que uma empresa tem (Investopedia, 2016). Por exemplo, no Brasil tem-se que no ramo de telefonia celular, o mercado é dividido em quatro grandes empresas, cada uma com cerca de 25% de *market*

share. O *market share* é calculado inicialmente em forma de potencial *market share*, estimando-se assim quanto a *startup* terá do mercado em um determinado período. Também usa o conceito de *market share* para estimar valor de empresas, bem como analisar áreas potenciais de crescimento e ações de marketing.

3.4.3. Concorrentes

Conhecer os concorrentes de uma empresa ou de um produto é tão importante quanto o tamanho de mercado e o *market share*. Para isso, é importante não só identificar a quantidade de concorrentes, mas sim entender como o mercado funciona com esses concorrentes. Por exemplo, um negócio que só tenha um concorrente pode ser vantajoso, pois teoricamente como só existe um único concorrente, pode ser fácil “roubar” *market share*. Porém, só existir um concorrente pode significar um mercado totalmente monopolizado onde exista extrema dificuldade de entrada.

3.4.4. Análise Financeira

O estudo das finanças e da contabilidade (projeção financeira) de uma nova empresa é fundamental. Para isso, a ferramenta principal é o Demonstrativo de Resultados do Exercício (DRE), que mostra o resultado das operações realizadas em um determinado período. (PEDRO LANZA, 2014) (DAMODARAN, 2006)

No DRE, as empresas apresentam os seguintes fatores:

- Receita bruta
- Impostos
- Receita líquida
- Custo média das mercadorias vendidas (CMV)
- Lucro bruto
- Despesas comerciais, administrativas, financeiras
- Depreciação e amortização
- Lucro operacional
- Lucro antes de impostos e contribuição social
- Impostos e contribuição social

- Lucro líquido.

A tabela a seguir mostra um exemplo de DRE, onde os números entre parênteses indicam valores negativos.

Tabela 3 - Exemplo de DRE. (Vivendo Contabilidade).

DRE	R\$
Receita Bruta de Vendas	350.000,00
Impostos	(80.000,00)
Receita Líquida	270.000,00
CMV (Custo da Mercadorias Vendidas)	65.000,00
Lucro Bruto	205.000,00
Despesas Comerciais	(25.000,00)
Despesas Administrativas	(15.000,00)
Despesas Financeiras	(10.000,00)
Depreciação e Amortização	(5.000,00)
Lucro Operacional	150.000,00
Lucro antes de IR e CSLL	150.000,00
IR e CSLL	(51.000,00)
Lucro Líquido	99.000,00

3.4.5. *Minimum Viable Product (MVP)*

No desenvolvimento de novas *startups*, muitas vezes encontra-se um grande desafio financeiro inicial. Por isso, muitas dessas empresas se apoiam em investidores (conhecidos como investidores anjo). Nas feiras de empreendedorismo, os novos empreendedores, donos de ideias inovadoras, muitas vezes apresentam um MVP para conseguir investimentos. O MVP nada mais é que o menor produto viável, ou seja, é um produto pronto para o mercado na forma mais básica (um produto “beta”). Para o desenvolvimento do MVP, é necessário realizar diversos testes primários testando a solução proposta pelo produto, bem como a satisfação dos clientes para essa solução.

Estudiosos da área acreditam que um produto deve ser testado inúmeras vezes para se compreender o desejo do público. Com esses diversos testes, a chance de um produto dar errado diminui drasticamente. (RIES, 2011)

Para o desenvolvimento do MVP e o aprimoramento da ideia, costuma-se realizar um ciclo conhecido como *Build – Measure – Learn*, visto na figura a seguir. (RIES, 2011)

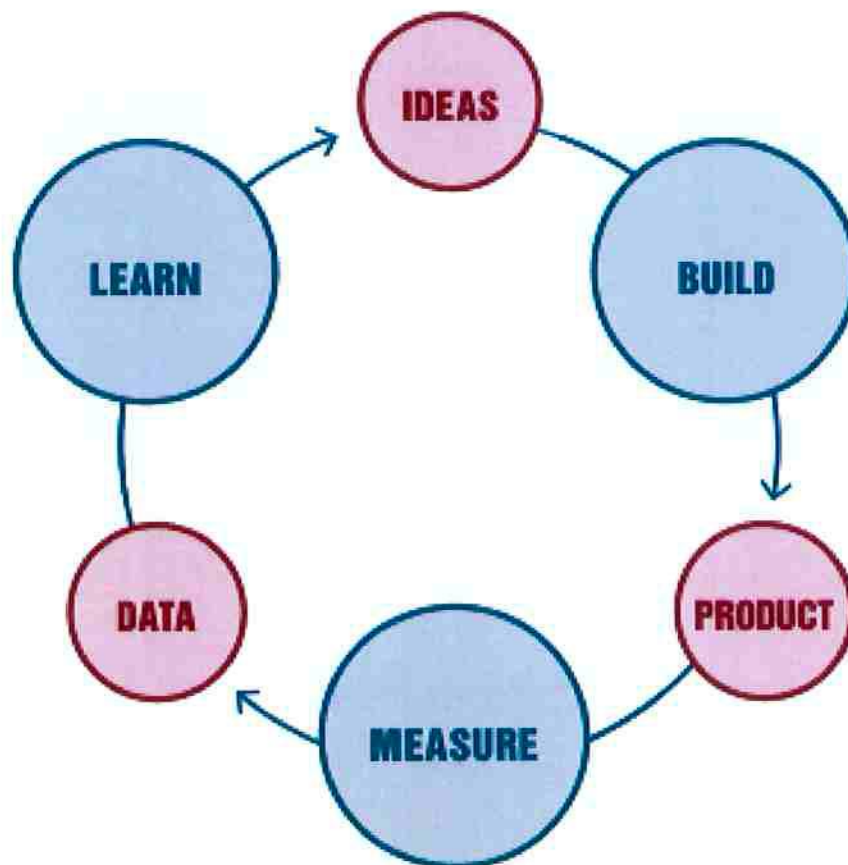


Figura 16 – Ciclo Build – Measure – Learn. (RIES, 2011)

O ciclo acima é repetido diversas vezes na criação e desenvolvimento de um produto ou ideia. Ele consiste nos passos de construir um produto ou serviço, medir os dados desse produto (pesquisas, aceitação do público, entre outros), aprendizado e aprimoramento da ideia. A partir de uma nova ideia aprimorada pela experiência do mercado, constrói-se um novo produto e o ciclo se repete.

Então, após repetir o ciclo *Build – Measure – Learn*, pode-se desenvolver um protótipo, o MVP.

Um exemplo simples e do dia a dia de MVP é o caso das rosquinhas. A função de uma rosquinha é saciar a fome e vontade de doce. Para isso, uma rosquinha simples já é suficiente, porém não necessariamente é o produto ideal, mais aceito pelo mercado. A figura abaixo mostra isso.



(minimum viable product)



(product)

Figura 17 - Exemplo de MVP e de produto (INDELICATO, 2016)

A figura acima mostra uma rosquinha simples como o MVP, que seria suficiente para sua função. Porém, após realizar o ciclo *build – measure – learn*, o MVP evolui para um próximo MVP até atingir um produto final.

3.4.6. Business Modeling Canvas - Modelo Canvas

O Canvas Business Model é um modelo de negócios que é utilizado para gerenciamento estratégico. O Canvas permite o desenvolvimento e aprimoramento de modelos de negócio novos ou já existentes. Esse modelo foi desenvolvido por Alexander Osterwalder, um teórico de negócios suíço, em 2008. (OSTERWALDER, 2011)

O método Canvas, ao analisar diversos aspectos das empresas, permite uma estruturação mais clara e precisa das mesmas. Esse método analisa os seguintes aspectos:

- Parcerias
- Atividades-chave
- Recursos
- Proposta de valor
- Relacionamento com cliente
- Canais
- Segmento de clientes
- Estrutura de custos
- Fontes de receita



Figura 18 - Estrutura do Modelo de Negócios Canvas

Cada aspecto analisado no Canvas se relaciona com os demais e permite o entendimento completo da estrutura de negócio da empresa. É comum que as

empresas façam um Canvas para cada produto ou serviço principal oferecido, pois, desta forma, é possível enxergar com clareza os pontos fortes e fracos de cada produto.

O Canvas é definido pelo seu criador da seguinte forma: *"Um Modelo de Negócios que descreve a lógica de criação, entrega e captura de valor por parte de uma organização."*

Por abordar diversos aspectos de todo o negócio de uma empresa, o Canvas é aplicado principalmente no entendimento rápido da estrutura completa da empresa e por conta disso, é um dos modelos mais usados nas *startups* atuais. (OSTERWALDER, 2011)



Figura 19 - Aplicações do Canvas

Com a identificação de cada um dos segmentos do Canvas, pode-se avaliar se existe algum problema ou "gap" na ideia de negócio. Devido a isso, as aplicações do Canvas são diversas e permitem analisar cada aspecto de um produto ou serviço.

Por conta disso, o Canvas é muito utilizado no ramo do empreendedorismo e é comum as *startups* levarem seu Canvas em feiras de investimentos. Um Canvas bem estruturado pode mostrar, aos investidores, com clareza a qualidade de uma ideia e facilita a captação de recursos para o desenvolvimento da empresa.

A construção do Canvas é principalmente qualitativa e é comum a prática de *brainstorms* durante sua montagem. Por abordar diversos aspectos do negócio, a construção do Canvas não é um processo tão simples ou rápido. (OSTERWALDER, 2011)

Para realizar tal construção é necessário entender o que cada segmento do Canvas significa. Normalmente o Canvas é montado na seguinte ordem:

- Proposta de valor: São os valores dos produtos ou serviços oferecidos pela empresa. É uma das principais partes do Canvas pois mostra o valor das ideias.
- Segmento de clientes: Público alvo dos produtos e serviços oferecidos pela empresa.
- Canais: Meio pelo qual a empresa fornece os produtos e serviços aos clientes. Pode ser meios físicos, digitais e outros. As estratégias de marketing e de distribuição fazem parte dos canais.
- Relacionamento com cliente: Mostra a ligação entre a empresa e os diferentes segmentos de clientes.
- Fontes de receita: Forma como a empresa monetiza seus produtos e serviços.
- Recursos: São os recursos necessários para realizar as atividades e criar valor para o cliente. São considerados ativos da empresa e necessários para manutenção do negócio. Podem ser humanos, financeiros, físicos ou intelectuais.
- Atividades-chave: Todas as atividades importantes para execução da proposta de valor de uma empresa, utilizando os recursos.
- Parcerias: Alianças, geralmente entre empresas, que complementam os outros aspectos do modelo de negócios.
- Estrutura de custos: Mostra o custo de todas as atividades e recursos utilizados no negócio (custos físicos, humanos, entre outros). (OSTERWALDER, 2011)

Como muitos aspectos diferentes de um produto ou serviço são abordados na construção do Canvas, algumas práticas são fundamentais para a boa estruturação desse modelo de negócios.

O ideal é que cada grupo de segmento do Canvas responda uma pergunta específica.

- A parte de oferta deve responder a pergunta "O que a empresa ou produto oferece?". O segmento de proposta de valor responde essa pergunta.
- A parte de clientes responde a pergunta "Para quem e de que jeito a proposta de valor é oferecida?". As áreas de segmento de clientes, canais e relacionamento com cliente constituem esse ramo.
- A parte de infraestrutura responde a pergunta "Como a proposta de valor é desenvolvida?". Os segmentos que compõem essa parte são os recursos, as atividades-chave e parcerias.
- A parte de finanças responde a pergunta "Quanto?". Essa pergunta se aplica aos segmentos de estrutura de custos e fontes de receita.

Geralmente divide-se o Canvas em dois lados para otimização dos esforços em sua construção.

O lado direito do Canvas é conhecido como lado do cliente. Para a definição do segmento de clientes é necessário um estudo profundo do mercado, bem como o entendimento completo dos valores oferecidos pelos produtos ou serviços. Se o segmento de clientes for definido de forma errada, pode haver propagação do erro para os demais pontos do Canvas. Por isso, é fundamental que o segmento seja definido com clareza. Os canais e o relacionamento com o cliente são mais fáceis de serem definidos, porém, deve-se lembrar que as receitas serão geradas a partir desses canais e o relacionamento pode influenciar diretamente a imagem da empresa no mercado. Com relação às fontes de receita, muitas vezes se esquece de receitas não principais, como receitas geradas por manutenção dos produtos ou serviços, por propaganda, entre outras.

O lado esquerdo do Canvas é conhecido como o lado dos recursos. Na definição das parcerias, comumente comete-se o erro de confundir parceiros com clientes. Por isso, é necessário saber responder com clareza se um parceiro realmente cria uma aliança com a empresa ou se tem um papel de cliente. Lembrando ainda que podem existir parceiros que também são clientes. Para a definição dos recursos deve-se levar em conta todos os recursos principais utilizados, como equipe, espaço físico, computadores e softwares e não só os recursos oriundos da produção de um produto. As atividades-chave devem ser suficientes para o oferecimento de todos os valores mostrados no Canvas, desde a produção de um produto ou serviço até o pós-venda. A estrutura de custos, bem como os recursos, deve abranger todos os custos da empresa, como salários, impostos, aluguel, entre outros.

Os benefícios de um Canvas bem estruturado são diversos. Após a criação do mesmo, é possível:

- Identificar como cada aspecto do negócio se relaciona entre si
- Identificar rapidamente problemas e *gaps* no modelo de negócio apresentado
- Entendimento completo de todos os aspectos de uma ideia ou negócio

Além disso, o Canvas se mostra como uma estratégia dinâmica e inovadora. Hoje em dia, as empresas costumam preencher seus Canvas com *post-its*. Assim, é possível alteração rápida e prática conforme a estruturação do negócio se altera.

3.4.7. Análise SWOT

A análise SWOT (strenghts, weaknesses, opportunities and threats) é um método de avaliação estratégico amplamente utilizado em todo mundo. Esse método já vem sendo usado em escolas americanas desde a década de 1960. O criador da análise SWOT é Albert Humphrey, pesquisador do Stanford Research Institute. (FINE, 2009)

Essa análise avalia tanto os ambientes internos quanto ambientes externos de uma instituição, sendo assim utilizada como ferramenta estrutural de diversas empresas, desde startups até multinacionais.

Apesar de sua grande funcionalidade, a montagem da análise SWOT é simples. Ela se divide em 4 campos:

- Forças (Strenght)
- Fraquezas (Weaknesses)
- Oportunidades (Opportunities)
- Ameaças (Threats)

Os principais objetivos dessa análise são:

- Sintetizar os pontos internos e externos;
- Identificar os elementos chave de gestão da empresa;

A figura a seguir mostra como essa análise é montada.

Forças ■ Diferenciais competitivos da instituição ■ Pontos de atuação exclusivos no setor ■ Atividades desempenhadas com qualidade destacada	Fraquezas ■ Limitações na abrangência da atuação ■ Desvantagens competitivas da instituições ■ Entraves ao desempenho ideal das atividades
Oportunidades ■ Condições setoriais que favoreçam a atividade da instituições ■ Mudanças de regime e obrigações ■ Mudança de gestão	Ameaças ■ Mudanças de regime e obrigações ■ Mudança de gestão ■ Mudanças setoriais que coloquem em risco o atingimento dos objetivos

Figura 20 - Análise SWOT

Como visto na imagem anterior, as forças e fraquezas são de origem interna. Já as oportunidades e ameaças são de origem externa.

As forças, por serem internas, devem mostrar o diferencial da empresa frente aos competidores. Exemplos: estratégia poderosa, forte condição financeira, tecnologia própria, líder de mercado reconhecida, alianças, produto de melhor qualidade, talento para inovação, entre outros.

As fraquezas, assim como as forças, são de origens internas e mostram as desvantagens da empresa em relação a seus competidores. Exemplos: falta de estratégia, instalações obsoletas, custos mais altos que concorrentes, problemas operacionais, atraso em pesquisa e desenvolvimento, portfólio de produtos ruim, falta de talento de marketing, entre outros.

As oportunidades, que são de origem externa, podem interferir positivamente nos negócios da empresa. São condições de mercado que podem favorecer algumas atividades e até mesmo alterar a gestão da empresa. Exemplos: novos clientes, expansão geográfica, absorção de novas tecnologias, aquisição de rivais, abertura de mercado, entre outros.

As ameaças, assim com as oportunidades, são de origem externa mas podem interferir negativamente nos negócios da empresa. As ameaças podem colocar em risco o atingimento dos objetivos. Exemplos: novos concorrentes potenciais fortes, queda do crescimento do mercado, mudanças de taxas de câmbio ou política de comércio, perda de venda para produtos substitutos, entre outros.

As aplicações da análise SWOT são muito benéficas para o planejamento estratégico da empresa. Essa análise permite um entendimento completo da posição da empresa em sua própria área de atuação, além de auxiliar no plano traçado para os produtos e serviços oferecidos. Além disso, a análise SWOT permite uma reavaliação dos objetivos a partir de uma adequação estratégica.

A partir das aplicações citadas acima, é possível entender melhor a atuação da empresa no setor, o que otimiza sua operação. Também é possível garantir um melhor posicionamento dos produtos e serviços da empresa com o emprego de suas forças e com o aproveitamento das principais oportunidades do setor. A análise ainda auxilia a empresa a atuar de forma alinhada aos movimentos setoriais.

A construção da análise SWOT se dá a partir da identificação das forças, das fraquezas, das oportunidades e das ameaças, geralmente nessa ordem.

Para identificação das forças, é necessário buscar as aptidões mais fortes da empresa. No caso das fraquezas, deve-se buscar as aptidões que interferem ou prejudicam o andamento do negócio. Quanto as oportunidades, deve-se lembrar que são de origem externa, assim como as ameaças. Os fatores de origem externa não podem ser controlados e deve-se planejar para melhor aproveitamento das oportunidades e tratamento das ameaças com cautela.

As atividades para identificação das forças e fraquezas são:

- Realização de *brainstorm* com a participação de servidores com visão transversal e estratégica
- Comissão mista com presença de todas as áreas
- Consolidação dos resultados em grupos focados, menos transversais.

No caso das oportunidades e ameaças, as atividades para sua identificação são:

- Realização de *brainstorm* com a participação de servidores com visão do setor
- Comissão com a inclusão de especialistas externos à instituição
- Consolidação dos resultados em grupos focados, menos transversais

Para a construção adequada da análise SWOT, algumas práticas são recomendadas.

No caso das forças, é necessário ter uma boa distinção entre o que realmente é força e o que é oportunidade. Comumente se confunde oportunidades com forças e a análise acaba indicando uma grande quantidade de forças, porém, essas são características do setor onde todos os competidores compartilham tais oportunidades. Para o entendimento completo das forças, é necessário um estudo aprofundado de todas as áreas, produtos e serviços da empresa.

No caso das fraquezas, é fundamental a sinceridade para apontar os pontos mais deficientes da empresa. Caso essa análise não seja feita com cuidado, alguma

fraqueza não identificada pode prejudicar a operação da empresa. Além disso, assim como para as forças, o estudo aprofundado das áreas, produtos e serviços é necessário.

No caso das oportunidades e das ameaças é fundamental um estudo aprofundado da situação de mercado do setor onde a empresa atua. Nesse estudo, algumas informações como projeção de demanda, potenciais novos concorrentes e desenvolvimento de novas tecnologias são utilizadas para a análise do setor de atuação.

Com o término da construção da análise SWOT, alguns benefícios são alcançados. Esses benefícios permitem, principalmente, entender a real situação da empresa em seu setor.

Os benefícios citados acima são:

- Maior exploração das forças internas
- Identificação das fraquezas principais e elaboração de um plano para eliminação das mesmas
- Percepção das oportunidades e consequente planejamento para melhor aproveitamento das mesmas
- Percepção das ameaças e maior cautela com as mesmas

Note que a análise SWOT atua como um pilar de sustentação da gestão e do planejamento estratégico de uma empresa.

Ainda é possível relacionar os pontos internos e externos levantados na análise SWOT da seguinte maneira: forças e oportunidades trabalham em conjunto para a maior exploração dos pontos fortes aproveitando ao máximo as oportunidades identificadas. Forças e ameaças trabalham em conjunto para maior exploração dos pontos fortes minimizando os possíveis efeitos negativos das ameaças identificadas. Fraquezas e oportunidades trabalham em conjunto no desenvolvimento de estratégias que aproveitem as oportunidades e minimizam os efeitos negativos das fraquezas. Finalmente, fraquezas e ameaças trabalham em

conjunto na adoção de estratégias que minimizem os efeitos da fraqueza e contorne as ameaças identificadas.

Durante o processo de planejamento estratégico, a aplicação da análise SWOT pode impulsionar a mudança de alguns conceitos previamente adotados pela empresa. Essa análise auxilia a empresa na tomada de decisão podendo otimizar as forças, minimizar as fraquezas, maximizar as oportunidades e conter as ameaças.

4. Materiais e métodos

O objeto de estudo final desse trabalho é o produto Polaglass. O Polaglass é composto de três chapas de acrílico, uma de medida $h \times l$ e duas de medida $h \times \frac{1}{2} l$, três pedaços de filme polarizador linear, uma de medida $h \times l$ e duas de medida $h \times \frac{1}{2} l$, fios de nylon e uma alavanca (no protótipo, foi utilizado um parafuso metálico).

Os filmes polarizadores foram obtidos através de compra direta com um fornecedor chinês. O fornecedor disponibilizou informações referentes à transmitância dos filmes, porém, foram realizados testes no equipamento Espectrofotômetro Shimadzu UV-3101PC N° série: A1029 3800134 KL. A seguir pode-se ver fotos do equipamento.



Figura 21 - Espectrofotômetro utilizado na análise de transmitância

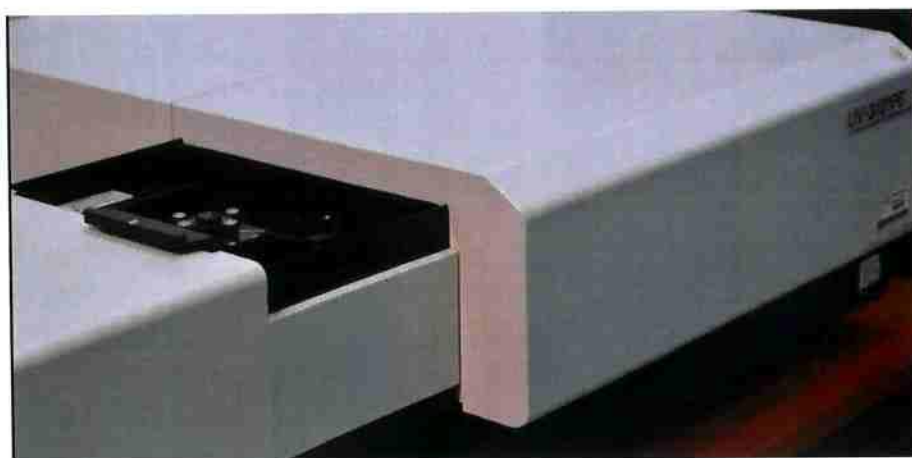


Figura 22 - Espectrofotômetro utilizado na análise de transmitância (2)



Figura 23 - Espectofotômetro utilizado na análise de transmitância (3)



Figura 24 - Espectofotômetro utilizado na análise de transmitância (4)

O espectrofotômetro é um instrumento utilizado para medir a quantidade de radiação (luz) que é transmitida, absorvida ou refletida por uma amostra. O espectrofotômetro é constituído de cinco principais componentes: fontes de radiação, monocromador, compartimento para amostras, detectores e indicador de sinal. (WEBSTER, 1999)

As fontes de radiação são lâmpadas de tungstênio que emitem radiação no espectro visível e infravermelho e operam a 3000K, lâmpadas de descarga de Deutério que emite ondas ultravioleta e lâmpadas de vapor de mercúrio, que emitem ondas na faixa do visível e do ultravioleta. (LOTHIAN, 1969)

Os monocromadores são prismas transparentes capazes de refratar a luz incidente e redes de difração, que são responsáveis por difratar a luz em vários feixes que viajam em diversas direções. (LOTHIAN, 1969)

Os compartimentos para amostras são o local onde a amostra é inserida.

Os detectores são tubos fotomultiplicadores que convertem a luz em sinal elétrico e um dispositivo de carga acoplada (CCD) que convertem energia dos fótons incidentes em elétrons (LOTHIAN, 1969).

Por fim, o indicador de sinal é um computador que é utilizado para processar os dados recebidos do equipamento.

O teste no equipamento acima é de extrema importância, pois a partir dele obtém-se o valor da quantidade de luz que passa pelos filmes polarizadores, estejam eles em posições paralelas ou perpendiculares.

As amostras utilizadas nos testes consistiam de pequenas chapas de acrílico de tamanho 5 x 5 cm com filmes polarizadores mostrando diferentes cenários, como somente um filme polarizador linear, dois filmes polarizadores lineares em paralelo, dois filmes polarizadores lineares na perpendicular e dois filmes polarizadores circulares em paralelo. Os filmes polarizadores circulares não são objeto de estudo deste trabalho pois sua funcionalidade não é útil para a aplicação requerida no

Polaglass.

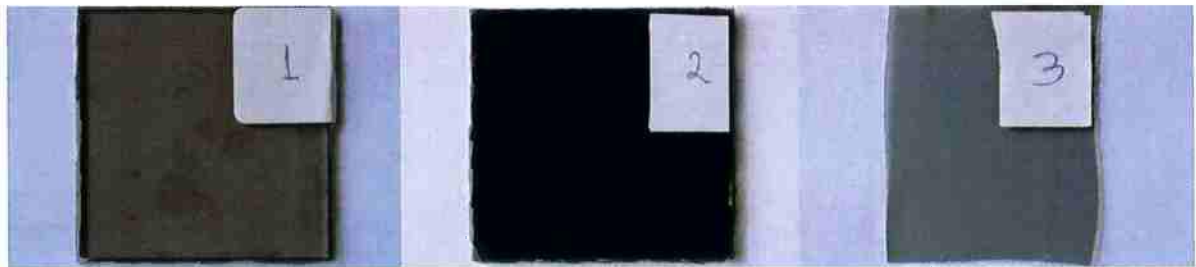


Figura 25 - Amostras utilizadas para ensaio de transmitância

Nesse trabalho, os métodos utilizados vão muito além da área da ciência dos materiais e do comportamento do filme polarizador sob a incidência de luz. Também foram abordados métodos de empreendedorismo, como explicados na revisão bibliográfica deste trabalho.

Foi feito um estudo onde se desenvolveu um Canvas, análise SWOT, estimativa do tamanho de mercado e *market share*, bem como pesquisas direcionadas à especialistas da área que auxiliaram o desenvolvimento do produto.

Os resultados de todos os testes físicos, das entrevistas com especialistas, desenvolvimento das análises de empreendedorismo, como análise SWOT, Canvas, tamanho de mercado e *market size* estão presentes na sessão a seguir.

5. Resultados e discussão dos resultados

5.1. Análises no espectrofotômetro

Para descobrir a transmitância do filme ou do conjunto de filmes polarizadores, foi necessário ter um padrão de transmitância, considerado o zero (equivalente a tarar uma balança). Para isso, foi utilizado uma chapa de acrílico puro e limpa.

A transmitância da chapa de acrílico pode ser verificada na figura a seguir:

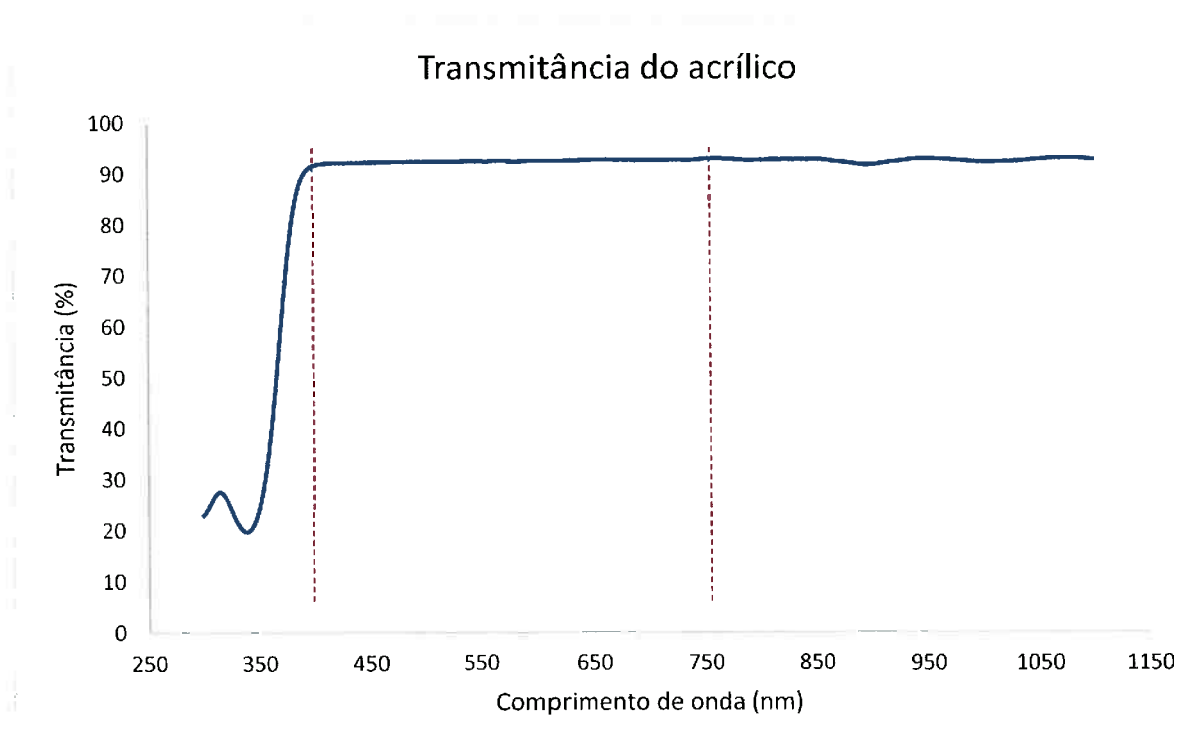


Figura 26 - Gráfico de transmitância da chapa de acrílico

Na faixa de comprimento de onda visível (400 a 750 nm), a transmitância (porcentagem de luz que passou pelo acrílico em relação ao total de luz incidente) foi praticamente constante, na faixa de 92%.

Após teste com acrílico realizado, realizou-se um teste no equipamento com a amostra 1, composta de dois pedaços de filmes polarizadores lineares com orientação das partículas paralelas entre elas. Seria o Polaglass "aberto". O gráfico desse experimento pode ser visto na figura a seguir.

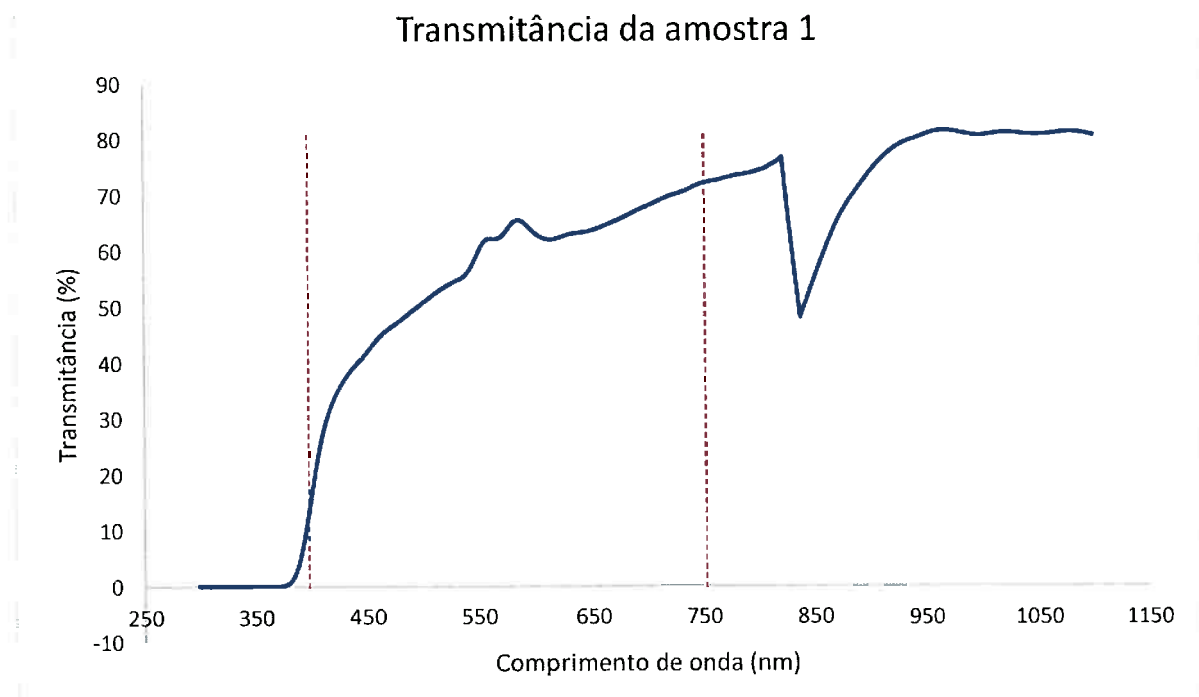


Figura 27 - Gráfico de transmitância da amostra 1

Na faixa do visível, tem-se que a transmitância encontrada é crescendo de acordo com o comprimento de onda. Isso significa que, imaginando que chegue um espectro uniforme na chapa de acrílico, os comprimentos referentes às cores laranja e vermelho tem uma maior transmitância que os comprimentos de onda referentes às cores violeta e azul. A média de transmitância de todos os comprimentos de luz visível é de 56% (tendo o acrílico como o 'zero').

Uma transmitância na faixa de 50-60% apresenta vantagens e desvantagens. A vantagem é que a luz forte de raios de sol é parcialmente bloqueada, e o Polaglass atuaria como um insulfilm. Isso é até recomendado em prédios comerciais e pode aumentar o conforto por bloquear uma parte da luz visível. Porém, isso pode atrapalhar a entrada no mercado residencial, por exemplo, pois muitas pessoas gostam de ter a maior quantidade de luz natural entrando em sua casa.

Nota-se ainda um pico na faixa de comprimento de onda em torno de 550 a 600 nm. Acredita-se que esse fato se dá ao fato do Polaglass, quando aberto, permitir uma maior passagem de ondas das cores verde-amarelado e amarelo. Isso é visualmente percebido quando se olha o Polaglass aberto. Isso foi concluído pois, como visto anteriormente, o comprimento de onda amarelo, que corresponde ao

intervalo de 570 a 590 nm, (comprimentos de onda verde são menores que 570 nm e laranja maiores que 590 nm), coincide com o que é observado visualmente analisando-se o produto.

Nota-se ainda uma queda abrupta da transmitância no intervalo de comprimento de onda de 820 a 840 nm. Esse campo condiz ao campo de infravermelho e não mais do campo de luz visível. Portanto essa queda não impede o uso do produto.

Após esse teste, foi realizado o teste da amostra 2, equivalente ao Polaglass "fechado". Essa amostra é composta de uma chapa de acrílico e dois pedaços de filme polarizador linear com orientação perpendicular entre suas partículas.

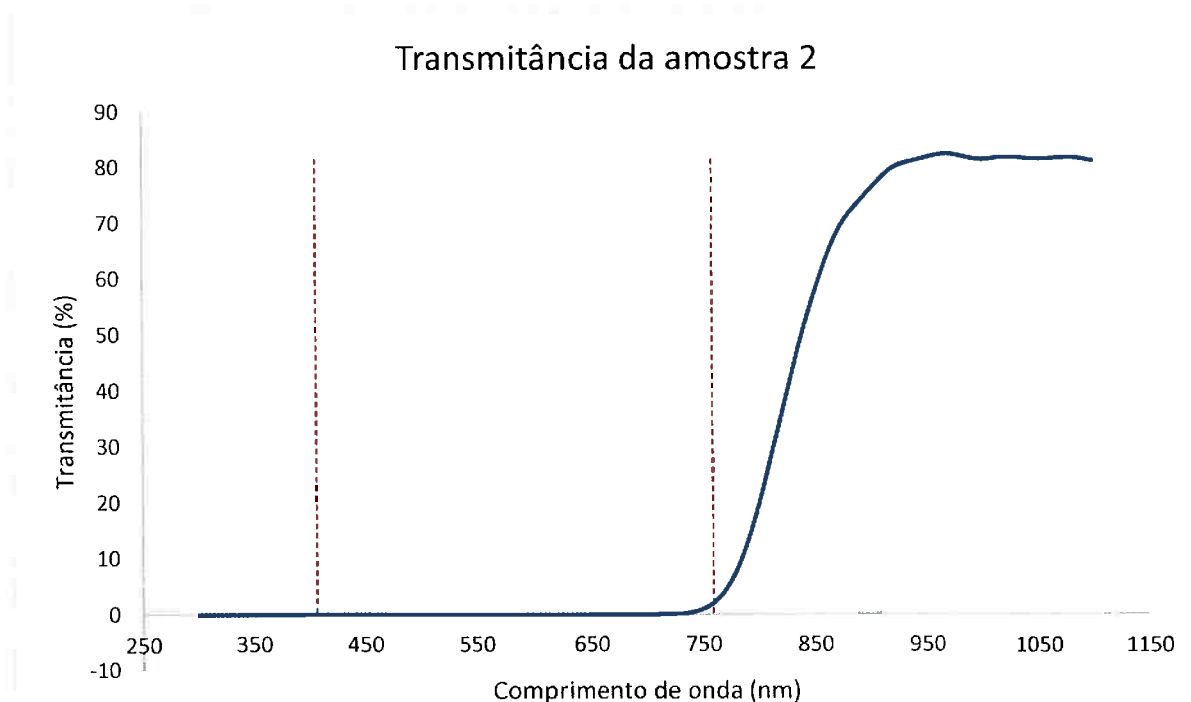


Figura 28 - Gráfico de transmitância da amostra 2

Em toda a faixa de luz visível, tem-se que a transmitância é sempre menor que 1%. Nesse intervalo, a maior quantidade de luz transmitida é de 0,9% no extremo superior do intervalo (700 nm de comprimento, correspondente a cor vermelha). A média de transmitância de todos os comprimentos de luz visível é de 0,56% (tendo o acrílico como o 'zero').

A transmitância menor que 1% realmente era o esperado e é o grande diferencial que o Polaglass oferece. Quando os filmes mostram perpendicularidade

na orientação de suas partículas (Polaglass fechado), ele bloqueia praticamente toda a luz incidente.

Nota-se que para essa configuração (Polaglass fechado) não é observado picos ou quedas, pois o produto bloqueia totalmente a luz incidente nele.

As duas figuras a seguir mostram o comparativo entre os dois gráficos apresentados acima (Polaglass aberto e fechado).

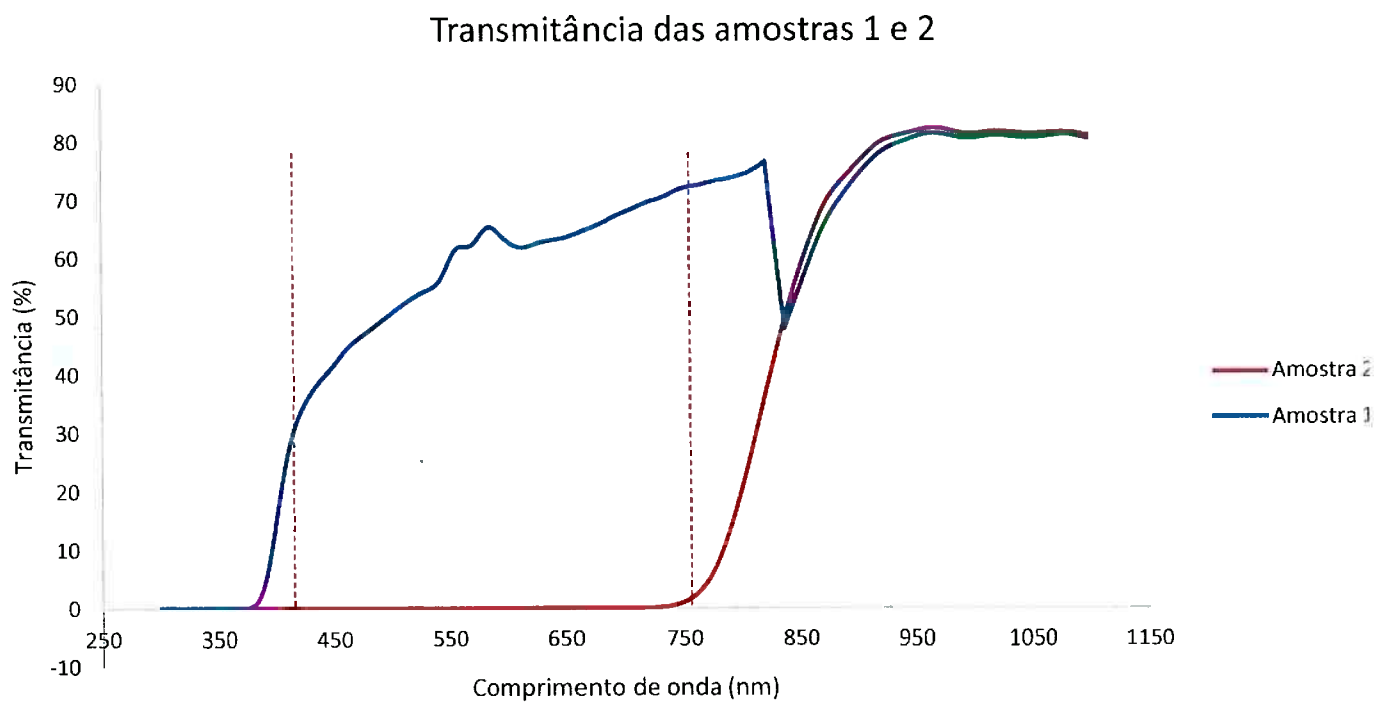


Figura 30 - Gráfico de transmitância comparativo entre as amostras 1 e 2

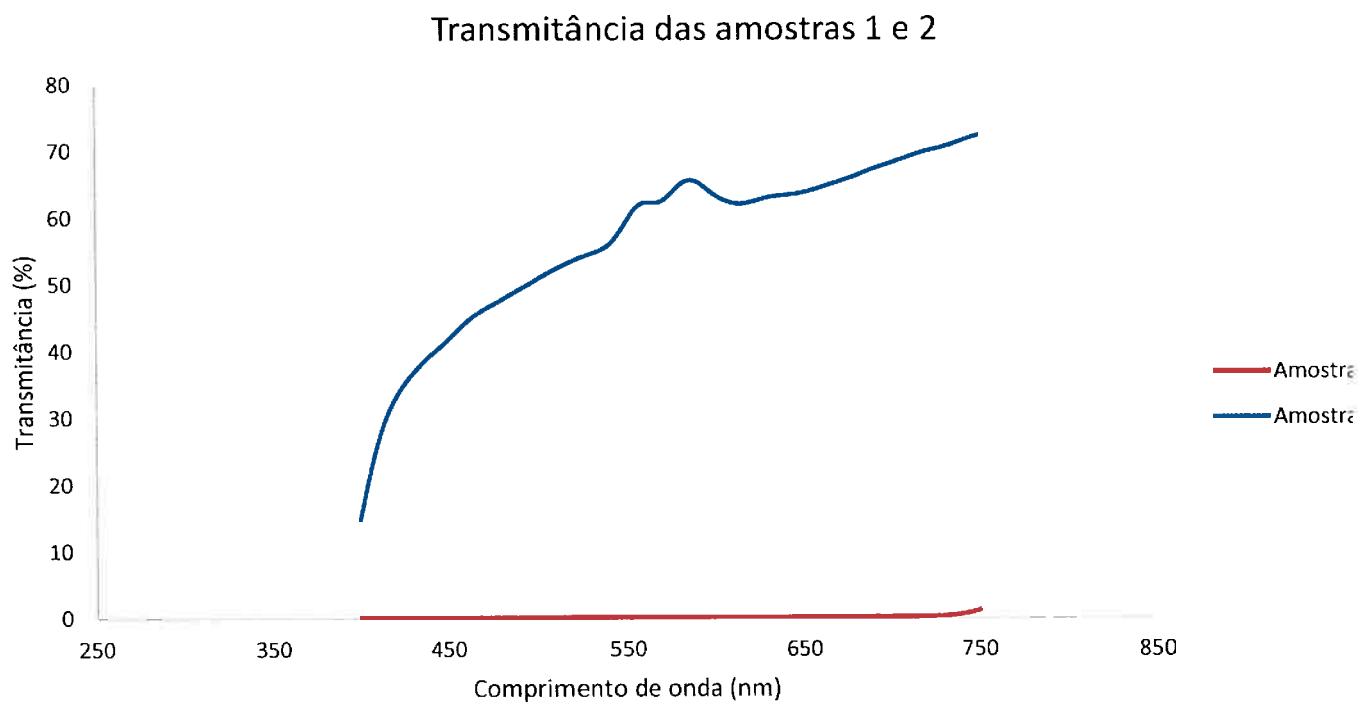


Figura 29 - Gráfico de transmitância comparativo entre as amostras 1 e 2 no intervalo de comprimento de onda de luz visível

As figuras acima mostram o comportamento das 2 amostras em todo o espectro estudado (300 a 1100 nm) e um gráfico recortado mostrando apenas o espectro de luz visível (400 a 750 nm).

No último gráfico especialmente pode-se notar a eficiência do Polaglass. A linha azul mostra a transmitância com o Polaglass aberto e a linha vermelha com o mesmo fechado.

Note ainda que o Polaglass é eficiente para bloqueio de raios ultravioleta. O comprimento de ondas desses raios é na faixa de 100 a 400 nm, que tanto na amostra 1 quanto na amostra 2, nota-se que a transmitância nesse intervalo é mínima, ou seja, o conjunto de filmes polarizadores (tanto com o Polaglass aberto ou fechado) bloqueia a entrada de raios UV no ambiente. Isso pode ser muito interessante no caso de ambientes onde deseja-se controlar a temperatura interna com o uso de equipamentos de ar condicionado, bem como uso em regiões geográficas muito quentes, com alta incidência de raios UV.

Além dos testes com filmes polarizadores lineares, foi realizado um teste com filmes polarizadores circulares, porém, esses filmes foram descartados pois não apresentaram o comportamento ideal para o uso no Polaglass. Esperava-se que esses filmes produzissem um efeito gradativo, que fosse bloqueando a passagem de luz aos poucos, mas isso não aconteceu. De qualquer forma, esses filmes foram submetidos ao teste no espectrofotômetro.

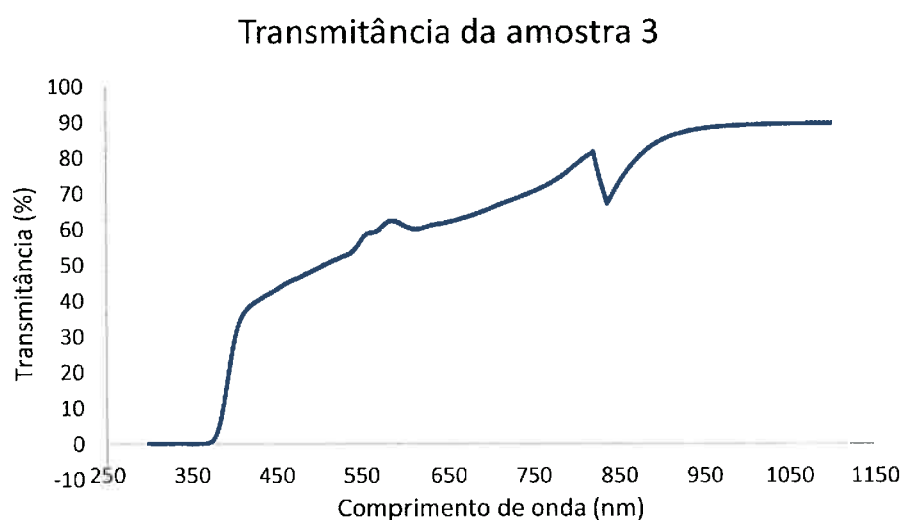


Figura 31 - Gráfico de transmitância de filmes polarizadores circulares

5.2. Tamanho do mercado e *market share*

Para definir o tamanho do mercado, dividiu-se em dois grupos:

a. Mercado B2B (*business to business*)

Venda para empresas e escritórios comerciais. Essas vendas podem ser feitas diretamente com as empresas, com administradoras de prédios comerciais, com construtoras ou escritórios de arquitetura.

No Brasil, tem-se mais de 4,5 milhões de empresas, divididas em tamanho de acordo com o quadro de funcionários (IBGE, 2016). Os resultados do tamanho de mercado B2B pode ser encontrado na tabela a seguir:

Tabela 4 - Estimativa do total de área de janelas de empresas no Brasil

Funcionários	Nº empresas	m²/empresa	m² total
0 a 4	3.483.818	2,5	8.709.545,0
5 a 9	697.312	3,5	2.440.592,0
10 a 19	349.086	5	1.745.430,0
20 a 29	96.244	7	673.708,0
30 a 49	68.361	10	683.610,0
50 a 99	43.558	15	653.370,0
100 a 249	22.730	20	454.600,0
250 a 499	7.376	30	221.280,0
500 e mais	6.613	50	330.650,0
Total	4.775.098 -		15.912.785

Após isso, o *Market Size* foi definido em valor (R\$). Foi ainda adotado um corte de 50% no valor total de área levando em conta janelas onde o Polaglass não poderia ser aplicado devido à geometria ou outras impossibilidades físicas. Considerou-se ainda que o *market share* seria de 1%, o que já daria uma receita total de R\$ 35,8 milhões.

Tabela 5 - Cálculo do Market Size do Polaglass

BRASIL	
Preço m² Polaglass	450
Empresas no Brasil (IBGE)	4.775.098
Total m²	15.912.785
Market Size Total	7.160.753.250
50% Total m²	7.956.393
Market Size	R\$ 3.580.376.625,00
1% Share	R\$ 35.803.766,25

b. Mercado B2C (*business to client*)

Venda para residências. Essas vendas podem ser feitas diretamente com os proprietários da residência, com administradoras de prédios residenciais, com construtoras ou escritórios de arquitetura. A definição do tamanho do mercado e do *market share* seguem o modelo visto no mercado B2B.

A tabela abaixo mostra os valores para o mercado B2C.

Tabela 6 - Cálculo do tamanho do mercado e market share
BRASIL

Residências no Brasil (IBGE)	62.800.000
10% do total de residência (Classes A e B+)	6.280.000
m ² / residência	3,50
Total m ²	21.980.000
Preço (R\$/m ²)	450
Market Size	R\$ 9.891.000.000,00
1% Share	R\$ 98.910.000,00

SÃO PAULO (Capital)

Residências município de São Paulo (IBGE)	3.933.448
10% do total de residência (Classes A e B+)	393.345
m ² / residência	3,50
Total m ²	1.376.707
Preço (R\$/m ²)	450
Market Size	R\$ 619.518.060,00
1% Share	R\$ 6.195.180,60

5.3. Concorrentes

A análise de concorrentes do Polaglass é interessante pois verificou-se que não existe apenas 1 concorrente com soluções similares. Esse concorrente tem um produto de altíssima qualidade que faz uso de energia elétrica para seu funcionamento.

“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/m². Preço e limitações que o tornam inacessível para a maior parte do público, portanto não são um concorrente direto para o nosso produto. " (INDELICATO, 2016).

5.4. Análise Financeira

Para fazer o DRE do Polaglass, foram adotadas algumas premissas. Tais premissas podem ser encontradas na tabela a seguir.

Tabela 7 - Premissas adotadas para o DRE

Intermédio na Operação		Custo por terceiro (R\$/m ²)	Custo de Fabricação Própria (R\$/m ²)		Custo Polaglass (R\$/m ²)
Fábrica de Janelas	Sim	30	Janela	R\$ 25	R\$ 255
Produtor de Filmes Polarizados	Não	80	Filme	R\$ 60	
Produtor Esquadrias	Sim	15	Esquadria	R\$ 10	Preço de venda (R\$/m ²)
Vidros	Sim	70	Vidro	R\$ 60	R\$ 450
Acrílico	Sim	80	Acrílico	R\$ 60	
					m ² Vendidos 1º m
					400,00
					Distribuição entre os %
					5%
					Crescimento de Ver
					15%

Então, o DRE estimado para os 24 primeiros meses pode ser visto nas quatro figuras a seguir:

Tabela 8 - DRE do mês 1 ao mês 6

DRE	Ano 1					
	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6
Receita Líquida Resultado Operacional	R\$ 169.200	R\$ 194.580	R\$ 223.767	R\$ 257.332	R\$ 295.932	R\$ 340.000
m² Vendidos	400	460	529	608	700	805
Taxa de Crescimento de vendas	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Preço/m²	R\$ 450	R\$ 450	R\$ 450	R\$ 450	R\$ 450	R\$ 450
Receita Bruta	R\$ 180.000	R\$ 207.000	R\$ 238.050	R\$ 273.758	R\$ 314.821	R\$ 362.000
Impostos sobre a receita bruta (%)	6%	6%	6%	6%	6%	6%
Impostos sobre a receita bruta (R\$)	R\$ 10.800	R\$ 12.420	R\$ 14.283	R\$ 16.425	R\$ 18.889	R\$ 21.000
Custos & Despesas	R\$ 123.700	R\$ 139.000	R\$ 159.595	R\$ 176.829	R\$ 200.099	R\$ 226.000
Custo de fabricação do produto	R\$ 102.000	R\$ 117.300	R\$ 134.895	R\$ 155.129	R\$ 178.399	R\$ 205.000
Despesas com Desenvolvimento e Adm	R\$ 20.000	R\$ 20.000	R\$ 20.000	R\$ 20.000	R\$ 20.000	R\$ 20.000
Back-End	R\$ 5.000	R\$ 5.000	R\$ 5.000	R\$ 5.000	R\$ 5.000	R\$ 5.000
Front-End	R\$ 5.000	R\$ 5.000	R\$ 5.000	R\$ 5.000	R\$ 5.000	R\$ 5.000
Operacional	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000
Secretária	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000
Designer	R\$ 2.000	R\$ 2.000	R\$ 2.000	R\$ 2.000	R\$ 2.000	R\$ 2.000
Infra	R\$ 2.000	R\$ 2.000	R\$ 2.000	R\$ 2.000	R\$ 2.000	R\$ 2.000
Custos de Comunicação	R\$ 1.700	R\$ 1.700	R\$ 4.700	R\$ 1.700	R\$ 1.700	R\$ 1.700
Google ads e facebook ads	R\$ 1.000	R\$ 1.000	R\$ 1.000	R\$ 1.000	R\$ 1.000	R\$ 1.000
Viagens para apresentar o produto	R\$ 700	R\$ 700	R\$ 700	R\$ 700	R\$ 700	R\$ 700
Feiras da área	R\$ -	R\$ -	R\$ 3.000	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Resultado Operacional Bruto	R\$ 45.500	R\$ 55.580	R\$ 64.172	R\$ 80.503	R\$ 95.833	R\$ 111.000
Imposto de Renda	34%	34%	34%	34%	34%	34%
Lucro Líquido Antes das Distribuições	R\$ 30.030	R\$ 36.683	R\$ 42.354	R\$ 53.132	R\$ 63.250	R\$ 74.000
Distribuição Entre os sócios	R\$ 1.502	R\$ 1.834	R\$ 2.118	R\$ 2.657	R\$ 3.162	R\$ 3.000
Lucro Acumulado	R\$ 30.030	R\$ 66.713	R\$ 109.066	R\$ 162.198	R\$ 225.448	R\$ 300.000

Tabela 9 - DRE do mês 7 ao mês 12

DRE	Mês 7		Mês 8		Mês 9		Mês 10		Mês 11		Mês 12	
Receita Líquida Resultado Operacional	R\$	391.370	R\$	450.075	R\$	517.587	R\$	595.225	R\$	684.508	R\$	787.125
m² Vendidos		925		1064		1224		1407		1618		1861
Taxa de Crescimento de vendas		15%		15%		15%		15%		15%		15%
Preço/m²	R\$	450	R\$	450	R\$	450	R\$	450	R\$	450	R\$	450
Receita Bruta	R\$	416.351	R\$	478.804	R\$	550.624	R\$	633.218	R\$	728.200	R\$	837.125
Impostos sobre a receita bruta (%)		6%		6%		6%		6%		6%		6%
Impostos sobre a receita bruta (R\$)	R\$	24.981	R\$	28.728	R\$	33.037	R\$	37.993	R\$	43.692	R\$	50.625
Custos & Despesas	R\$	260.632	R\$	293.022	R\$	333.720	R\$	380.523	R\$	440.147	R\$	499.125
Custo de fabricação do produto	R\$	235.932	R\$	271.322	R\$	312.020	R\$	358.823	R\$	412.647	R\$	474.125
Despesas com Desenvolvimento e Adm	R\$	20.000	R\$	20.000	R\$	20.000	R\$	20.000	R\$	20.000	R\$	20.000
Back-End	R\$	5.000	R\$	5.000	R\$	5.000	R\$	5.000	R\$	5.000	R\$	5.000
Front-End	R\$	5.000	R\$	5.000	R\$	5.000	R\$	5.000	R\$	5.000	R\$	5.000
Operacional	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000
Secretária	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000
Designer	R\$	2.000	R\$	2.000	R\$	2.000	R\$	2.000	R\$	2.000	R\$	2.000
Infra	R\$	2.000	R\$	2.000	R\$	2.000	R\$	2.000	R\$	2.000	R\$	2.000
Custos de Comunicação	R\$	4.700	R\$	1.700	R\$	1.700	R\$	1.700	R\$	7.500	R\$	4.000
Google ads e facebook ads	R\$	1.000	R\$	1.000	R\$	1.000	R\$	1.000	R\$	3.000	R\$	3.000
Viagens para apresentar o produto	R\$	700	R\$	700	R\$	700	R\$	700	R\$	1.500	R\$	1.500
Feiras da área	R\$	3.000	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	3.000	R\$	-
Resultado Operacional Bruto	R\$	130.738	R\$	157.053	R\$	183.866	R\$	214.701	R\$	244.361	R\$	288.000
Imposto de Renda		34%		34%		34%		34%		34%		34%
Lucro Líquido Antes das Distribuições	R\$	86.287	R\$	103.655	R\$	121.352	R\$	141.703	R\$	161.279	R\$	190.000
Distribuição Entre os sócios	R\$	4.314	R\$	5.183	R\$	6.068	R\$	7.085	R\$	8.064	R\$	9.062
Lucro Acumulado	R\$	386.621	R\$	490.276	R\$	611.628	R\$	753.331	R\$	914.609	R\$	1.104.671

Tabela 10 - DRE do mês 13 ao mês 18

DRE	Ano 2					
	Mês 13	Mês 14	Mês 15	Mês 16	Mês 17	Mês 18
Receita Líquida Resultado Operacional	R\$ 905.262	R\$ 1.041.052	R\$ 1.197.209	R\$ 1.376.791	R\$ 1.583.309	R\$ 1.820.430
m² Vendidos	2140	2461	2830	3255	3743	4305
Taxa de Crescimento de vendas	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Preço/m²	R\$ 450	R\$ 450	R\$ 450	R\$ 450	R\$ 450	R\$ 450
Receita Bruta	R\$ 963.045	R\$ 1.107.502	R\$ 1.273.627	R\$ 1.464.671	R\$ 1.684.372	R\$ 1.937.430
Impostos sobre a receita bruta (%)	6%	6%	6%	6%	6%	6%
Impostos sobre a receita bruta (R\$)	R\$ 57.783	R\$ 66.450	R\$ 76.418	R\$ 87.880	R\$ 101.062	R\$ 116.430
Custos & Despesas	R\$ 570.226	R\$ 652.084	R\$ 749.222	R\$ 854.480	R\$ 978.977	R\$ 1.122.430
Custo de fabricação do produto	R\$ 545.726	R\$ 627.584	R\$ 721.722	R\$ 829.980	R\$ 954.477	R\$ 1.097.430
Despesas com Desenvolvimento e Adm	R\$ 20.000	R\$ 20.000	R\$ 20.000	R\$ 20.000	R\$ 20.000	R\$ 20.000
Back-End	R\$ 5.000	R\$ 5.000	R\$ 5.000	R\$ 5.000	R\$ 5.000	R\$ 5.000
Front-End	R\$ 5.000	R\$ 5.000	R\$ 5.000	R\$ 5.000	R\$ 5.000	R\$ 5.000
Operacional	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000
Secretária	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000
Designer	R\$ 2.000	R\$ 2.000	R\$ 2.000	R\$ 2.000	R\$ 2.000	R\$ 2.000
Infra	R\$ 2.000	R\$ 2.000	R\$ 2.000	R\$ 2.000	R\$ 2.000	R\$ 2.000
Custos de Comunicação	R\$ 4.500	R\$ 4.500	R\$ 7.500	R\$ 4.500	R\$ 4.500	R\$ 4.500
Google ads e facebook ads	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000	R\$ 3.000
Viagens para apresentar o produto	R\$ 1.500	R\$ 1.500	R\$ 1.500	R\$ 1.500	R\$ 1.500	R\$ 1.500
Feiras da área	R\$ -	R\$ -	R\$ 3.000	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Resultado Operacional Bruto	R\$ 335.037	R\$ 388.967	R\$ 447.987	R\$ 522.311	R\$ 604.332	R\$ 698.430
Imposto de Renda	34%	34%	34%	34%	34%	34%
Lucro Líquido Antes das Distribuições	R\$ 221.124	R\$ 256.718	R\$ 295.672	R\$ 344.725	R\$ 398.859	R\$ 461.430
Distribuição Entre os sócios	R\$ 11.056	R\$ 12.836	R\$ 14.784	R\$ 17.236	R\$ 19.943	R\$ 23.000
Lucro Acumulado	R\$ 1.325.906	R\$ 1.582.625	R\$ 1.878.296	R\$ 2.223.021	R\$ 2.621.881	R\$ 3.082.430

Tabela 11 - DRE do mês 19 ao mês 24

DRE	Mês 19		Mês 20		Mês 21		Mês 22		Mês 23		Mês 24	
Receita Líquida Resultado Operacional	R\$	2.093.927	R\$	2.408.016	R\$	2.769.218	R\$	3.184.601	R\$	3.662.291	R\$	4.211
m² Vendidos		4950		5693		6547		7529		8658		9957
Taxa de Crescimento de vendas		15%		15%		15%		15%		15%		15%
Preço/m²	R\$	450	R\$	450	R\$	450	R\$	450	R\$	450	R\$	
Receita Bruta	R\$	2.227.582	R\$	2.561.719	R\$	2.945.977	R\$	3.387.873	R\$	3.896.054	R\$	4.480
Impostos sobre a receita bruta (%)		6%		6%		6%		6%		6%		
Impostos sobre a receita bruta (R\$)	R\$	133.655	R\$	153.703	R\$	176.759	R\$	203.272	R\$	233.763	R\$	268
Custos & Despesas	R\$	1.289.796	R\$	1.476.141	R\$	1.693.887	R\$	1.944.295	R\$	2.235.264	R\$	2.563
Custo de fabricação do produto	R\$	1.262.296	R\$	1.451.641	R\$	1.669.387	R\$	1.919.795	R\$	2.207.764	R\$	2.538
Despesas com Desenvolvimento e Adm	R\$	20.000	R\$	20.000	R\$	20.000	R\$	20.000	R\$	20.000	R\$	20
Back-End	R\$	5.000	R\$	5.000	R\$	5.000	R\$	5.000	R\$	5.000	R\$	5
Front-End	R\$	5.000	R\$	5.000	R\$	5.000	R\$	5.000	R\$	5.000	R\$	5
Operacional	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3
Secretária	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3
Designer	R\$	2.000	R\$	2.000	R\$	2.000	R\$	2.000	R\$	2.000	R\$	2
Infra	R\$	2.000	R\$	2.000	R\$	2.000	R\$	2.000	R\$	2.000	R\$	2
Custos de Comunicação	R\$	7.500	R\$	4.500	R\$	4.500	R\$	4.500	R\$	7.500	R\$	4
Google ads e facebook ads	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3.000	R\$	3
Viagens para apresentar o produto	R\$	1.500	R\$	1.500	R\$	1.500	R\$	1.500	R\$	1.500	R\$	1
Feiras da área	R\$	3.000	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	3.000	R\$	
Resultado Operacional Bruto	R\$	804.130	R\$	931.875	R\$	1.075.331	R\$	1.240.306	R\$	1.427.027	R\$	1.648
Imposto de Renda		34%		34%		34%		34%		34%		34%
Lucro Líquido Antes das Distribuições	R\$	530.726	R\$	615.038	R\$	709.719	R\$	818.602	R\$	941.838	R\$	1.087.1
Distribuição Entre os sócios	R\$	26.536	R\$	30.752	R\$	35.486	R\$	40.930	R\$	47.092	R\$	54
Lucro Acumulado	R\$	3.613.720	R\$	4.228.758	R\$	4.938.476	R\$	5.757.078	R\$	6.698.916	R\$	7.786

O gráfico a seguir mostra a evolução do lucro líquido acumulado.

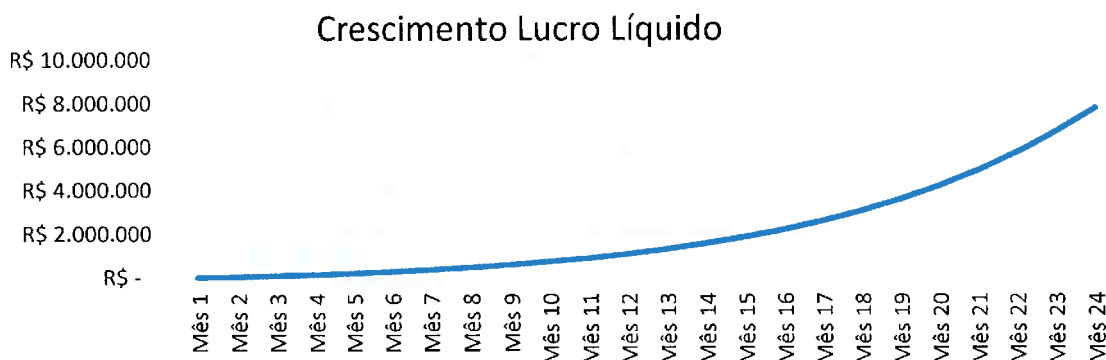


Figura 32 - Gráfico do Crescimento do Lucro líquido em reais

5.5. *Canvas Business Modeling*

O Canvas é um processo iterativo que apresenta evoluções ao longo do processo de criação de um produto ou uma empresa, como apresentado neste trabalho. A figura a seguir representa o Canvas atual do Polaglass.

Parcerias - Fornecedores de matéria prima - Lojas parceiras - Construtoras - Fabricantes de janela - Arquitetos e escritórios de arquitetura	Atividade-chave - Manufatura do produto final - Importação do filme - Marketing - Compreensão da experiência do cliente Recursos - Estoque de filme polarizado - Equipamentos de manufatura - Computadores e softwares - Equipe	Valor - Bloqueio de luz - Design inovador - Nova tecnologia - Fácil limpeza - Não acumulo de pó - Praticidade	Relacionamento com cliente - SAC - Telefone - Email - Chat - Redes sociais Canais - Lojas de construção - Direto com construtoras e escritórios de arquitetura - Online – Site próprio	Segmento de clientes - Construtoras - Escritórios de arquitetura - Prédios comerciais já existentes – Administradoras de edifícios - Hospitais
Estrutura de custo - Salário de funcionários - Aquisição de filmes polarizadores		- Patentes - Aquisição de equipmaneot - Regulamentação para abrir uma empresa		
		Fonte de receita - Vendas para construtoras e escritórios de arquitetura – Polaglass feito na obra - Venda para edifícios comerciais já construídos - Venda para hospitais já construídos		

Figura 33 - Canvas do Polaglass

5.6. Análise SWOT

Assim como o Canvas, a análise SWOT é dinâmica e apresenta alterações ao longo do percurso.

A seguir segue a última análise SWOT.

	<i>Ajudam</i>	<i>Atrapalham</i>
<i>Origem interna</i>	Forças ■ Praticidade ■ Design e elegância ■ Controle uniforme de entrada de luz ■ Inovador	Fraquezas ■ Popularidade de cortinas ■ Preço elevado ■ Produção não trivial ■ Know How de fabricação ■ Supply Chain
<i>Origem externa</i>	Oportunidades ■ Fim do problema de acúmulo de pó e praticidade em cortinas e persianas ■ Controla a entrada de luz ótima para ambientes diversos ■ Diminui o uso de energia elétrica (iluminação ou ar condicionado)	Ameaças ■ Desenvolvimento do concorrente ■ Dependência de poucos fornecedores ■ Não aceitação do mercado

Figura 34 - Análise SWOT

5.7. Entrevistas com especialistas na área

Foram feitas diversas entrevistas com professores de engenharia civil, arquitetura, design de interiores, além de arquitetos e designers.

Os pontos principais das entrevistas estão citados a seguir:

Entrevistado 1 – Professor de Engenharia Civil especializado em janelas.

O entrevistado 1 foi o primeiro a ser entrevistado, antes mesmo de qualquer teste físico no produto. Ele disse que era imprescindível que testes de transmitância fossem realizados (o que foi feito) para analisar o espectro não só visível, mas também infravermelho e UV. Outro ponto importante condiz no fato de o Brasil

apresentar grandes problemas com entrada de calor e radiação. O entrevistado também disse sobre o material do *frame* da janela ser de PVC, que vem sendo utilizado recentemente e é um material barato.

Entrevistado 2 e 3 – Doutoranda de Arquitetura e professora de Arquitetura.

Ambas entrevistadas ressaltaram que o Polaglass é um produto muito inovador e apresentaram grande interesse em ajudar a desenvolver a ideia, o que foi motivador para a equipe. Elas ressaltaram que isso poderia ser utilizado em outras aplicações, como em dutos de luz e teto de casas de luxo ou estufas, porém isso não foi estudado a fundo.

6. Conclusão

Após as análises no espectrofotômetro, conclui-se que os filmes polarizadores lineares realmente podem ser utilizados com a finalidade do Polaglass – bloquear a luz. Os resultados dos experimentos mostram que, quando o mecanismo está “fechado”, o mesmo bloqueia aproximadamente 99,4% da luz visível incidente no Polaglass. A cada faixa do espectro, essa porcentagem varia. Na faixa da radiação correspondente à cor violeta, 99,96% da luz é bloqueada. Na faixa da radiação correspondente à cor azul esse percentual se mantém. Na faixa correspondente à cor verde, o percentual sofre leve aumento, indo para 99,97% e para 99,98% na faixa correspondente à cor amarela e laranja. Por fim, na faixa correspondente à cor vermelha, esse percentual sofre queda para 99,90%. Além disso, independentemente da posição do mecanismo (fechado ou aberto), o Polaglass consegue bloquear os raios ultravioleta que podem aumentar a chance de doenças degenerativas celulares e nos tecidos fibrosos, além do envelhecimento de pele, podendo aumentar o risco de câncer de pele. O Polaglass ainda permite a passagem do espectro eletromagnético referente ao infravermelho, o que pode ser bom pois o calor continua entrando no ambiente e abre um novo leque de aplicações do Polaglass em países onde o clima é mais frio, possibilitando assim entrada de calor. Do mais, como toda a luz incidente se divide em transmitida, absorvida e refletida, tem-se que quando o Polaglass está fechado, apenas uma pequena parcela de luz é transmitida produto, tornando o Polaglass um bom produto para prédios comerciais onde se deseja que a janela apresente refletância. Os testes de refletância/absorbância de luz serão realizados no futuro. Para esse trabalho, apenas foi realizado o teste para transmitância.

Quanto ao mecanismo, decidiu-se que o mecanismo apresentado nesse trabalho (bloqueio total da luz ou passagem total de luz) é o mais indicado para entrada no mercado. Posteriormente, deseja-se desenvolver um mecanismo degrade, onde o usuário consegue controlar gradativamente a passagem de luz, porém, esse mecanismo apresenta diversas dificuldades e ainda não foi desenvolvido.

Após estudo do mercado e definição do plano de negócios, definiu-se que o mais indicado é que se entre no mercado através do contato com escritórios de arquitetura, por eles já terem influência no meio. Com o tempo e após capturação de alguns clientes chaves, espera-se ter caixa suficiente para desenvolver novos mecanismos e aprimorar ainda mais o Polaglass.

Para o futuro, as principais missões da equipe são desenvolver novos fornecedores de filmes polarizadores para não ficar refém da importação chinesa, finalizar o protótipo com acabamento profissional para participar de feiras de empreendedorismo em busca de investimentos, desenvolver o mecanismo degrade (acredita-se que esse mecanismo seja mais aceito pelo mercado) e aprimorar o mecanismo (hoje é manual, por meio de alavancas. O ideal é que se faça um mecanismo elétrico automatizado, onde o usuário possa controlar o Polaglass com um botão ou até mesmo por um aplicativo no celular).

7. Bibliografia

BUSINESS Insider. **How To Estimate Market Size**, 16 mar. 2011. Disponível em: <<http://www.businessinsider.com/how-to-estimate-market-size-2011-3>>. Acesso em 10 nov. 2016.

DAMODARAN, A. **Damodaran on Valuation: Security Analysis for Investment and Corporate Finance**. [S.I.]: John Wiley & Sons, 2006.

DUNKE, G. W. J. E. V. R. Preparação de Lâminas Polarizadoras. **Revista Brasileira de Física**, vol 12, p. 405-410, 1982.

EXPLICATORIUM. **Espectro Eletromagnético**, [S.I.]. Disponível em: <<http://www.explicatorium.com/cfq-8/espectro-eletromagnetico.html>>. Acesso em 08 nov. 2016.

FINE, L. G. **The SWOT Analysis**. [S.I.]: Kick it, 2009.

GOUVÊA, D. **Aula de Tecnologia de Vidros**. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2016.

HECHT, E. **Optics 2nd ed**. [S.I.]: Addison Wesley, 1990.

IBGE. **Estatísticas do Cadastro Central de Empresas**, mai 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=9>. Acesso em 08 nov. 2016.

INDELICATO, R. L. **Polaglass**. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2016.

INVESTOPEDIA. **Market Share**, [S.I.]. Disponível em: <<http://www.investopedia.com/terms/m/marketshare.asp>>. Acesso em 21 Nov. 2016.

LOTHIAN, G.F. **Absorption Spectrophotometry**. ed. Adam Hilger LTD. 3ªed., 1969.

OSTERWALDER, A. **Inovação Em Modelos de Negócios – Business Model Generation**. [S.I.]: Alta Books, 2011.

PEDRO LANZA, E. M. R. C. **Contabilidade Geral e Análise de Balanços Esquemático**. [S.I.]: Saraiva, 2014.

PROJECT Alevel. **Market Size and Market Share**, [S.I.]. Disponível em: <http://www.projectalevel.co.uk/as_a2_business_studies/market_size_and_share>. Acesso em 09 nov. 2016.

RIES, E. **The Lean Startup**. [S.l.]: Crown Trade Group, 2011.

VIVENDO Contabilidade. **DRE - Demonstração de resultado do exercício**,
17 mai. 2014. Disponível em:
<<http://vivendocontabilidade.blogspot.com.br/2014/05/dre-demonstracao-do-resultado-do.html>>.. Acesso em 10 nov. 2016

WEBSTER, JOHN G. "**The Measurement, Instrumentation and Sensors handbook**". CRC Press LLC, 1999.