

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

EWERTON HIRATA

**DESENVOLVIMENTO DE PROTETOR CORTA LUZ PORTÁTIL UTILIZANDO
MATERIAIS TÊXTEIS PÓS-CONSUMO**

APUCARANA

2023

EWERTON HIRATA

**DESENVOLVIMENTO DE PROTETOR CORTA LUZ PORTÁTIL UTILIZANDO
MATERIAIS TÊXTEIS PÓS-CONSUMO**

Development of a portable light shield using post-consumer textile materials

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Têxtil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ariana Martins Vieira Fagan

APUCARANA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Campus Apucarana



COENT – Coordenação do curso superior em Engenharia Têxtil

TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso:

**DESENVOLVIMENTO DE PROTETOR CORTA LUZ PORTÁTIL UTILIZANDO
MATERIAIS TÊXTEIS PÓS-CONSUMO**

Por

EWERTON HIRATA

Monografia apresentada às 13:00 horas do dia 15 de junho de 2023, como requisito parcial, para conclusão do Curso de Engenharia Têxtil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Apucarana. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado **APROVADO**.

PROFESSOR(A) ARIANA MARTINS VIEIRA FAGAN – ORIENTADOR(A)

PROFESSOR (A) KARLA FABRICIA DE OLIVEIRA PERIOTO – EXAMINADOR(A)

PROFESSOR(A) FLAVIO AVANCI DE SOUZA – EXAMINADOR(A)

*A Folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

RESUMO

A geração de resíduos sólidos têxteis pós-consumo e o seu descarte incorreto é um grande problema ambiental, desta forma o desenvolvimento de novos produtos utilizando esses materiais é uma forma de minimizar esse problema. Assim surge a proposta do presente estudo com o objetivo de desenvolver um protetor corta luz portátil reutilizando materiais têxteis pós-consumo, utilizando a metodologia qualitativa de uma pesquisa experimental. O desenvolvimento do produto baseia-se nas fases do modelo de desenvolvimento de produtos de Back *et. al.* (2008) e foram divididas em atividades e tarefas. Esse acessório foi projetado para ser acoplado a janela lateral de ônibus do transporte coletivo, que além de ajudar a minimizar o impacto ambiental, contribui para a melhoria da qualidade de vida e conforto de usuários de ônibus, minimizando o desconforto térmico e visual causado pela exposição aos raios solares. Com o desenvolvimento do protetor corta luz portátil percebe-se que é possível reutilizar materiais aumentando o ciclo de vida dos materiais têxteis pós-consumo utilizados, parcialmente eficiente na função de bloqueio da luz natural, economicamente viável e acessível a todas as classes econômicas.

Palavras-chave: desenvolvimento de produto; corta luz portátil; material têxtil pós consumo.

ABSTRACT

The generation of post-consumer textile solid waste and its incorrect disposal is a major environmental problem, so the development of new products using these materials is a way to minimize this problem. Thus arises the proposal of the present study with the objective of developing a portable light protector reusing post-consumer textile materials, using the qualitative methodology of an experimental research. Product development is based on the phases of Back et. al. (2008) product development model and has been divided into activities and tasks. This accessory was designed to be attached to the side window of public transport buses, which in addition to life to minimize the environmental impact, contributes to improving the quality of life and comfort of bus users, minimizing the thermal and visual discomfort caused by exposure to the sun's rays. With the development of the portable light protector, it is clear that it is possible to reuse materials, increasing the life cycle of the post-consumer textile materials used, partially efficient in blocking natural light, economically viable and accessible to all economic classes.

Keywords: product development; portable light cut; post-consumer textile material.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Estrutura de tecido plano	16
Figura 2	- Estrutura de malha.....	17
Figura 3	- Estrutura de ãotecido	17
Figura 4	- Estrutura do laminado têxtil.....	19
Figura 5	- Para-sol confeccionado com material reutilizado	20
Figura 6	- Improviso para o bloqueio da luz natural no transporte coletivo	21
Figura 7	- Janela de um ônibus do transporte coletivo	23
Figura 8	- Modelo de desenvolvimento de produtos de Back <i>et al.</i> (2008).....	31
Figura 9	- Sequência de atividades a serem realizadas	36
Figura 10	- Produto similar	48
Figura 11	- Amostra de materiais têxteis pós-consumo	49
Figura 12	- Materiais e ferramentas para teste de acoplamento	50
Figura 13	- Materiais para o sistema de acoplamento	50
Figura 14	- Amostras para teste de gramatura dos materiais	51
Figura 15	- Teste de combustão do tecido plano	52
Figura 16	- Teste de combustão da malha	52
Figura 17	- Teste de combustão do ãotecido	53
Figura 18	- Teste de combustão do laminado PVC	53
Figura 19	- Amostras para teste de durabilidade	55
Figura 20	- Amostras expostas a intempéries na parte interna da janela	56
Figura 21	- Amostras de laminado PVC expostas a intempéries	56
Figura 22	- Danos ao laminado PVC após longo período de exposi�o	57
Figura 23	- Amostras de tecido plano expostas a intempéries	58
Figura 24	- Danos ao tecido após longo período de exposi�o	59
Figura 25	- Amostras de malha expostas a intempéries	59
Figura 26	- Amostras de ãotecido expostas a intempéries	60
Figura 27	- Danos ao ãotecido após longo período de exposi�o	61
Figura 28	- Teste de imãs magnéticos.....	62
Figura 29	- Protótipo de laminado PVC	63
Figura 30	- Protótipos com sistema de acoplamento	64
Figura 31	- Teste de acoplamento em janela basculante.....	65
Figura 32	- Protótipo dupla camada de laminado PVC	66
Figura 33	- Estojo para guardar o protetor corta luz.....	69
Figura 34	- Protótipo de caixa de leite	73
Figura 35	- Transparência mínima do vidro da janela do �nibus	74
Figura 36	- Teste de bloqueio de luz dentro do �nibus	75
Figura 37	- Teste de temperatura com termômetro digital	77
Figura 38	- Teste de temperatura com termômetro infravermelho	79
Figura 39	- Teste visual no interior do �nibus	80
Figura 40	- Influência da posi�o do sol na eficiência do produto	81
Figura 41	- Testes no interior do veículo em movimento	82
Figura 42	- Teste de acoplamento em portas e janelas de imóveis	83
Figura 43	- Teste de acoplamento em portas e janelas de veículos	83
Figura 44	- Adapta�es em portas e janelas de imóveis e veículos	84
Figura 45	- Varetas para banner de laminado PVC	85
Figura 46	- Tecido desfibrado	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- Avaliações de usuários de produtos similares.....	41
Quadro 2	- Materiais reutilizados	48
Quadro 3	- Materiais pré-consumo	49
Quadro 4	- Ficha técnica do tecido plano	54
Quadro 5	- Ficha técnica da malha	54
Quadro 6	- Ficha técnica do não-tecido	55
Quadro 7	- Ficha técnica do laminado têxtil	55
Quadro 8	- Requisitos do Produto	62
Quadro 9	- Ficha técnica e ficha operacional	67
Quadro 10	- Ficha de custos	68
Quadro 11	-Teste de intensidade de luz (Lux)	71
Quadro 12	- Média do teste de intensidade de luz (Lux).....	72
Quadro 13	- Percentual de redução da intensidade de luz	72
Quadro 14	-Teste de intensidade de luz no interior do ônibus (Lux)	75
Quadro 15	- Média do teste intensidade de luz no interior do ônibus (Lux)	76
Quadro 16	- Percentual de intensidade da luz no interior do ônibus	76
Quadro 17	-Teste de temperatura no acento com termômetro digital (°C)	78
Quadro 18	-Teste de temperatura no encosto com termômetro digital (°C)	78
Quadro 19	-Teste de temperatura no acento termômetro infravermelho (°C)....	79
Quadro 20	-Teste de temperatura no encosto termômetro infravermelho (°C) .	80

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Dias de utilização do transporte coletivo	42
Gráfico 2 - Tempo de utilização do transporte coletivo	43
Gráfico 3 - Desconforto com a exposição a luz solar	43
Gráfico 4 - Tipo de desconforto com a exposição a luz solar	44
Gráfico 5 - Utilização de acessório que bloqueia a luz solar.....	44
Gráfico 6 - Características importantes para o acessório	45
Gráfico 7 - Iniciativas com o objetivo de diminuir a quantidade de resíduos	46
Gráfico 8 - Fabricar o próprio acessório utilizando materiais reaproveitados ..	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
DIY	Do it yourself / "faça você mesmo"
NBR	Normas Brasileiras
NHO	Norma de higiene ocupacional
PL	Projeto de lei
PVC	Policloreto de Vinila
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
cm	Centímetros
g/m ²	Gramas por metro cuadrado
Lux	Unidade de medida de luminosidade
min	Minutos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivo geral	13
1.1.1	Objetivos específicos	13
1.2	Justificativa	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Materiais têxteis	15
2.1.1	Tecido plano	15
2.1.2	Malha	16
2.1.3	Nãotecido	17
2.1.4	Laminado têxtil e tecido revestido	18
2.2	Protetor corta luz portátil	19
2.3	Conforto térmico e ergonomia	22
2.4	Sustentabilidade	23
2.4.1	Resíduos sólidos pós-consumo	25
2.4.2	Técnicas e práticas de reutilização de materiais	27
<u>2.4.2.1</u>	<u>Upcycling</u>	<u>28</u>
<u>2.4.2.2</u>	<u>Faça você mesmo (DIY)</u>	<u>29</u>
2.5	Desenvolvimento de produtos	30
2.5.1	Modelo de desenvolvimento de produtos de Back <i>et al.</i> (2008)	31
2.5.2	Desenvolvimento de produtos têxteis pós-consumo	33
3	METODOLOGIA	34
3.1	Classificação da pesquisa	34
3.2	Sequência metodológica da pesquisa	35
4	RESULTADOS	41
4.1	Atividades e tarefas	41
4.1.1	Requisitos e necessidades do usuário	41
4.1.2	Produtos similares	47
4.1.3	Materiais alternativos	48
4.1.4	Teste de materiais	51
4.1.5	Requisitos do produto	61
4.1.6	Desenvolvimento do protótipo	62
4.1.7	Teste e avaliação do produto	70
4.1.8	Destinação dos resíduos pós-consumo	85

5	CONCLUSÃO	87
5.1	Recomendações para estudos futuros	87
	REFERÊNCIAS.....	89
	APÊNDICE A - Questionário de pesquisa	94
	APÊNDICE B - Instruções para fabricar o produto	97

1 INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos têxteis pós-consumo e o seu descarte incorreto é um grande problema ambiental. De acordo com Zavilenski *et al.* (2019), o aumento do setor têxtil brasileiro é uma consequência da produção em larga escala e expansão do consumo, o que gera impactos ao meio ambiente com a produção e destinação inadequada de resíduos sólidos. Uma maneira de minimizar os efeitos causados pelos resíduos sólidos têxteis é sua reutilização para a fabricação de novos produtos.

Leite (2017) afirma que a revalorização de produtos e componentes realizada em canais reversos de reuso é de grande relevância e variável na maioria dos casos, apresentando elevado interesse para a logística reversa. O diferencial de preço obtido no comércio secundário desses bens justifica um comércio importante de produtos, assim como seus componentes, além da reutilização de embalagens, entre outros exemplos. Observam-se economias importantes nas atividades de reutilização, manufatura reversa e de remanufatura dos produtos retornados, que garantem economias e, portanto, novos negócios nas atividades independentes ou de terceirização na área de logística reversa de pós-consumo.

Santos *et al.* (2021) argumentam que a reciclagem de resíduos têxteis pós-consumo é uma tarefa considerada complexa, uma vez que o processo inclui muitas operações, como classificação, separação e existem desafios e dificuldades a serem superadas para tornar o processo bem sucedido. Após a classificação, cada categoria de resíduo deve ser processada de uma maneira única para reciclá-los e convertê-los em algum tipo de produto útil. A importância de pesquisas voltadas para a reciclagem e reutilização de resíduos sólidos gerados durante o processo de fabricação das indústrias de confecção ocorre devido ao impacto ambiental provocado pelo descarte desses resíduos que muitas vezes se originam na indústria do petróleo.

Um grande desafio para o setor têxtil é o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado dos materiais têxteis pós-consumo. Soluções para esse problema estão relacionadas com o estudo do aumento do ciclo de vida e com a logística reversa. O desenvolvimento de produtos utilizando resíduos sólidos têxteis pós-consumo é uma oportunidade que pode ajudar a minimizar o impacto ambiental, alterando o mínimo possível as características físicas desse material e transformando-o em um outro produto.

Analisando as possibilidades e oportunidades de ajudar a solucionar o problema e de melhorar o conforto de usuários de ônibus do transporte coletivo, uma vez que a incidência de luz solar pode causar desconforto, surge a proposta de desenvolver o protetor corta luz portátil com características específicas para esse público, acessível a toda população e economicamente viável, principalmente por utilizar como matéria-prima, materiais pós-consumo que seriam descartados.

1.1 Objetivo geral

Desenvolver um protetor corta luz portátil que seja ecologicamente correto reutilizando materiais têxteis pós-consumo, com referência no modelo de desenvolvimento de produtos de Back *et al.* (2008).

1.1.1 Objetivos específicos

- Realizar pesquisa de mercado e produtos similares;
- Realizar pesquisa de materiais têxteis pós-consumo;
- Definir os requisitos dos produtos;
- Propor o desenho técnico do produto;
- Desenvolver o protótipo;
- Testar e avaliar o protótipo.

1.2 Justificativa

A proposta desse estudo é o desenvolvimento do protetor corta luz portátil, que acoplado a janela lateral de ônibus do transporte coletivo, pode diminuir a exposição do usuário do transporte a luz natural do sol, proporcionando melhor conforto térmico utilizando nesses produtos materiais têxteis pós-consumo, como tecidos de vestuário e linha lar, lona de banners usados em congressos e exposições científicas, que seriam descartados. Podendo se tornar uma solução ambientalmente correta, voltada a um nicho específico de mercado, principalmente consumidores de baixa renda, com baixo custo de produção, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e conforto desses consumidores.

Existe a necessidade de encontrar soluções para minimizar o impacto ao meio ambiente causado pelo descarte incorreto de materiais têxteis pós-consumo, com

aplicações sustentáveis e criativas de reutilização. Uma forma de reutilizar esses materiais é através do desenvolvimento de novos produtos com outras utilidades.

Vários estudos visam encontrar soluções para o descarte dos materiais têxteis pré-consumo gerados por confecções e outros processos da indústria têxtil, porém não se preocupam em encontrar soluções para o descarte de materiais que já foram consumidos e utilizados em diversos produtos, sendo a grande parte desses materiais pós-consumo descartados incorretamente.

Puente (2022) argumenta que roupas velhas, retalhos da indústria da moda e peças de couro compõem as mais de quatro milhões de toneladas de resíduos têxteis descartados por ano no Brasil. O contingente corresponde a cinco por cento de todos os resíduos produzidos no país.

Outro problema envolve os usuários de ônibus do transporte coletivo, que enfrentam longas viagens para se locomoverem de casa para o trabalho, escola ou passeio e sofrem com o desconforto causado pela exposição a luz solar durante o trajeto, principalmente no verão. De acordo com Passageiros... (2014), usuários do transporte coletivo sofrem com calor nos pontos e precisam entrar rapidamente dentro dos ônibus para pegar o melhor lugar e de preferência aqueles que são perto da janela e do lado da sombra, para se proteger do calor e incidência de luz solar.

O protetor corta luz portátil, utilizando materiais pós-consumo, além de ajudar a minimizar o impacto ambiental causado pela indústria têxtil, pode contribuir na melhoria da qualidade de vida e conforto dos usuários de ônibus.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo serão abordados os principais assuntos relacionados ao tema proposto, o que permite melhor compreensão sobre a pesquisa.

2.1 Materiais têxteis

O tecido é o principal material têxtil utilizado na indústria de transformação. Para Lobo, Limeira e Marques (2014), o tecido é um composto de fibrilas, fibras e fios de material natural, artificial ou sintético, produzido por diversas tecnologias, que se transformam em coberturas para diversos tipos de uso. Como cobertura para frio e higiene, produtos domésticos, materiais para limpeza, uso medicinal, entre outros. A cadeia têxtil é composta por três segmentos básicos:

- Fibras e filamentos;
- Fiação, tecelagem, malharia e acabamento;
- Indústria do vestuário.

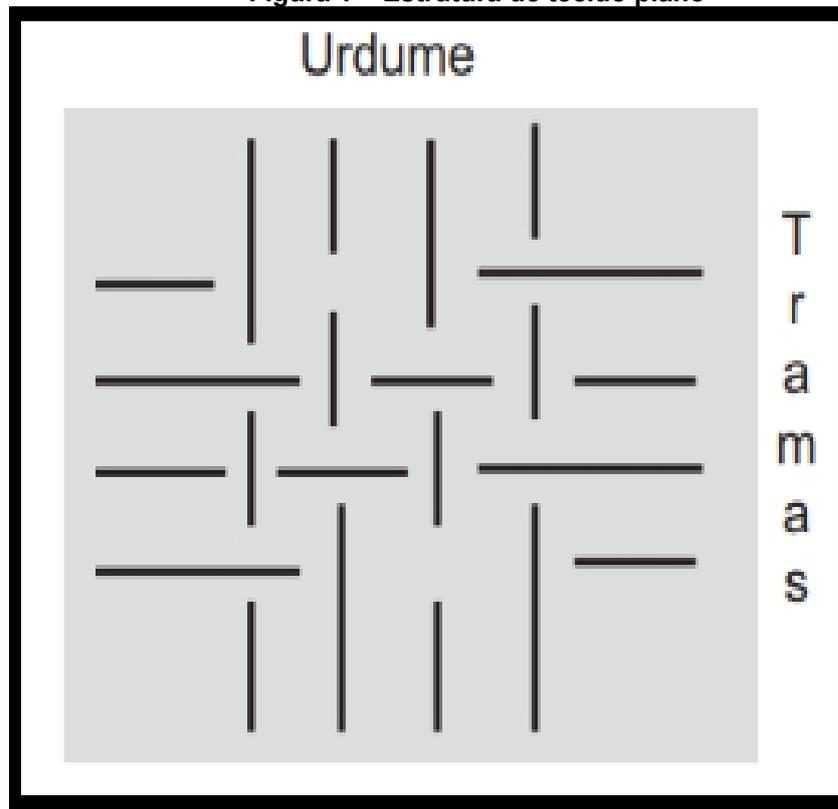
Os materiais têxteis mais utilizados são o tecido plano, malha e não-tecido. Também existem materiais têxteis revestidos e laminados.

2.1.1 Tecido plano

As principais estruturas de ligamento de tecido plano são tela, sarja e cetim. De acordo com o SENAI (2015a), o tecido plano é constituído de dois conjuntos distintos de fios, os fios de urdume dispostos na vertical do tear/tecido, e os fios de trama dispostos na horizontal do tear/tecido que se entrelaçam em um ângulo de noventa graus.

Lobo, Limeira e Marques (2014) argumentam que o tecido plano é o produto final do processo de tecelagem, é classificada de acordo com a matéria-prima empregada, forma de ligamento dos fios, número de fios por centímetro quadrado e peso por centímetro quadrado. Esse produto é o resultado do entrelaçamento entre dois conjuntos de fios distintos, que se cruzam em ângulo reto. A Figura 1 – Estrutura de tecido plano, representa os fios dispostos no sentido horizontal, chamados de fios de trama e os fios dispostos no sentido vertical são denominados de fios de urdume.

Figura 1 – Estrutura de tecido plano



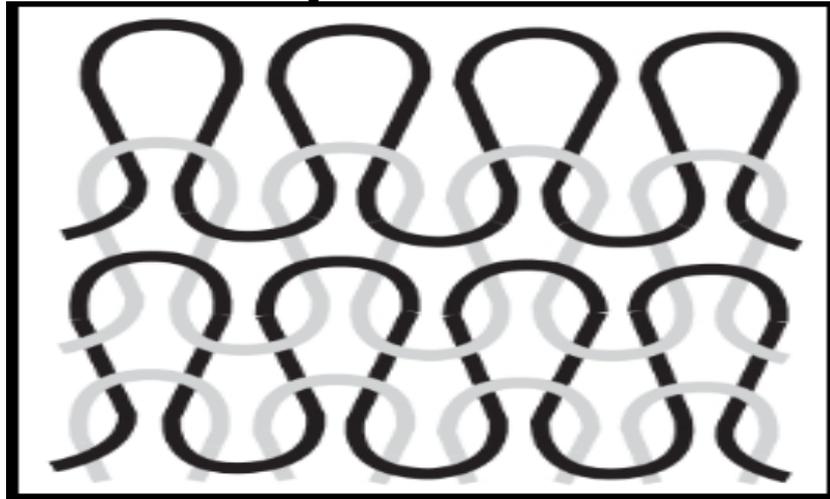
Fonte: Lobo, Limeira e Marques (2014, p.86)

Para o SENAI (2016), o tecido plano é resultante do entrelaçamento de dois conjuntos de fios, o urdume e a trama, que se cruzam perpendicularmente. O urdume é o conjunto de fios dispostos na direção longitudinal, paralelo ao comprimento do tecido e esse conjunto é composto pelo fundo que são os fios que formam o tecido e ourela que são os fios dispostos nas laterais do tecido. A trama são os fios dispostos na direção transversal, paralelos a largura do tecido. A produção de tecidos planos é realizada em equipamentos denominados teares.

2.1.2 Malha

Lobo, Limeira e Marques (2014) argumentam que os tecidos de malha possuem as laçadas, elemento fundamental desse tipo de tecido. A laçada consiste na cabeça, em duas pernas e dois pés. A carreira da malha é a sucessão de laçadas consecutivas no sentido do comprimento do tecido.

Para o SENAI (2015b), o tecido de malha tem uma estrutura formada pelo entrelaçamento de um ou mais fios, a Figura 2 – Estrutura de malha, representa cada laçada que se forma passando por dentro da laçada formada anteriormente, sem que haja um ponto fixo de ligação entre elas.

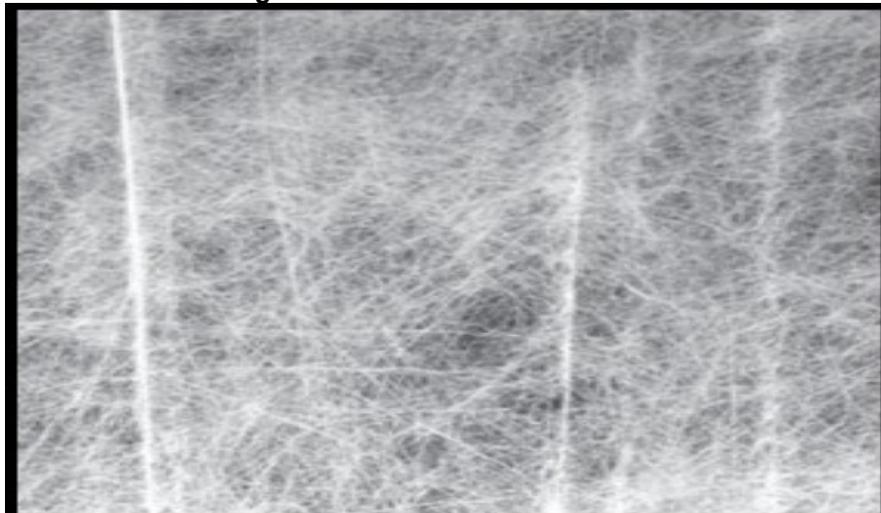
Figura 2 – Estrutura de malha

Fonte: Lobo, Limeira e Marques (2014, p. 86)

De acordo com o SENAI (2016), algumas características das malhas são a flexibilidade, elasticidade e porosidade. A meia-malha, moleton e piquet, são alguns exemplos de malha.

2.1.3 Não-tecido

De acordo com a ABNT (2017), por meio da NBR 13370 - Não-tecidos: terminologia, os não-tecidos são estruturas planas, flexíveis e porosas, constituídas de véu ou manta de fibras ou filamentos, orientados direcionalmente ou ao acaso, consolidados por processos mecânicos, químico ou térmico, e a combinação desses. Um exemplo de não-tecido é o feltro. A Figura 3 – Estrutura de não-tecido, representa as fibras orientadas ao acaso.

Figura 3 – Estrutura de não-tecido

Fonte: Lobo, Limeira e Marques (2014, p. 86)

Lobo, Limeira e Marques (2014) observam que a produção de não tecidos aplica e combina tecnologia de diversas indústrias, como a têxtil, a papelreira, de couro e de plástico, podendo a qualquer momento implementar novas tecnologias. A estrutura da manta pode ter as fibras orientadas em uma única direção, dispostas em forma cruzada, ou ao acaso. Após a formação do véu ou da manta, é necessário realizar a consolidação da união das fibras ou filamentos, que consiste em três métodos básicos: mecânico ou fricção, químico ou adesão, por resinagem ou térmico.

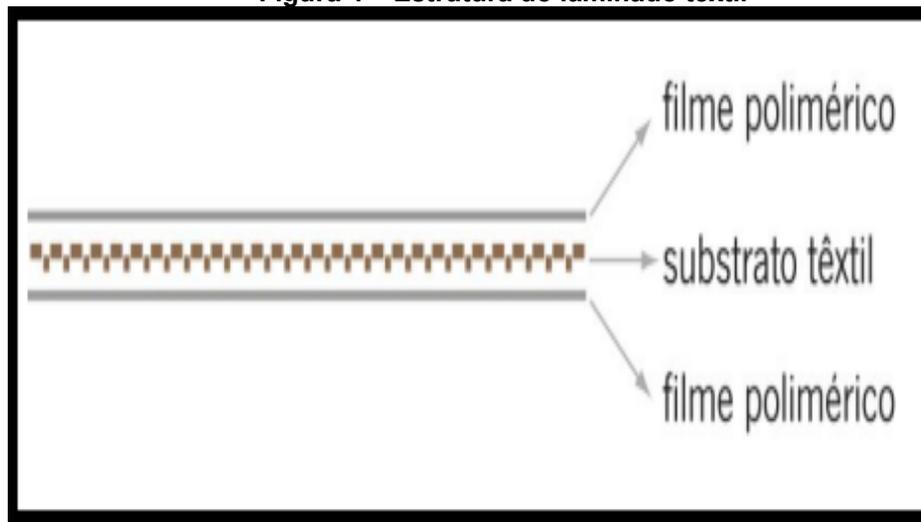
2.1.4 Laminado têxtil e tecido revestido

Vasconcelos (2013) argumenta que na indústria de revestimentos de tecido, todos os produtos são compostos de um substrato de tecido ao qual um revestimento de polímero é aplicado, transmitindo as características do revestimento e do tecido ao produto. O tecido proporciona a força, estrutura e flexibilidade ao produto. O revestimento aumenta significativamente a capacidade de performance do tecido e oferece qualidades tais como repelência à água, retardo à chama, resistência química, maior resistência e resistência à abrasão. Os revestimentos são compostos pela base de polímero, solventes, pigmentos, plastificantes, lubrificantes e cargas. Estes ingredientes são prontos em moinhos e misturadores para preparar o material para a aplicação em tela.

Para Ribeiro (2011), no processo de recobrimento de um material têxtil duas técnicas podem ser utilizadas, por revestimento o polímero é aplicado por dispersão diretamente sobre o têxtil ou por laminação justaposto sobre o substrato por ação do calor e/ou da pressão. Por definição, um material laminado consiste na união de duas ou mais camadas por meio de um adesivo (ou das capacidades de aderência de um dos constituintes), em que uma das camadas tem de ser, necessariamente, um substrato têxtil. As capacidades de aderência incluem a junção dos elementos por ação do calor e/ou por pressão.

Moreira (2017) observa que o processo de revestimento e/ou laminação (união de materiais) se inicia com a fusão de um polímero, seguido da sua deposição num substrato e posterior união com um segundo material através de pressão com rolos aquecidos ou somente revestimento têxtil. A Figura 4 – Estrutura do laminado têxtil, apresenta a estrutura deste material.

Figura 4 – Estrutura do laminado têxtil



Fonte: Ribeiro (2011, p. 45)

Entre os materiais classificados como laminados e têxteis revestidos um produto muito utilizado é a lona. Pezzolo (2007) define a lona como uma tela pesada de algodão, destinada a cobrir cargas, carrocerias de caminhões e proteger produtos perecíveis. Atualmente a lona pode ser fabricada com diversas matérias-primas, como poliéster e poliamida, e com diversos acabamentos. É utilizada na confecção de bolsas, tênis, barracas e cadeiras de praia. Ribeiro (2011) observa que na produção da lona publicitária, a resina de policloreto de vinila (PVC) é, normalmente, aplicada sobre o poliéster pelo processo de extrusão.

Normalmente todas as telas ou lonas utilizadas em impressão digital consistem numa tela de poliéster revestida com um plastisol de PVC. A utilização crescente em painéis publicitários destes materiais associada a um tempo útil de serviço curto (algumas semanas no caso de eventos), origina um volume significativo de telas em fim de vida, as quais tem como principal destino os aterros. (VASCONCELOS, 2013).

Entre os principais materiais têxteis utilizados na indústria (tecido plano, malha, não-tecido e laminado), serão analisadas e testadas amostras para definir o melhor material pós-consumo para compor o protetor corta luz portátil.

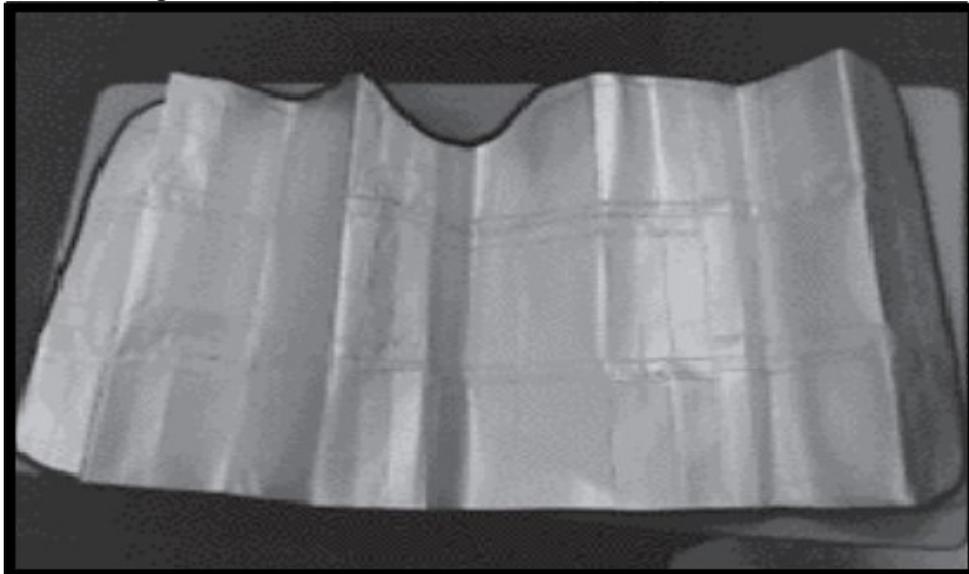
2.2 Protetor corta luz portátil

As cortinas para interiores têm funções semelhantes à do protetor corta luz. Figueiredo (2021) define as cortinas como elementos de projetos de interiores tradicionalmente utilizados para cobrir áreas de portas e janelas, evitando a incidência

direta de iluminação natural no ambiente, o que proporciona condições de conforto térmico e lumínico para este espaço.

Outro produto similar ao protetor corta luz é denominado de para-sol e segundo Vasconcelos *et al.* (2010), tem a função de bloquear a entrada da luz direta do sol através do para brisa e contribuir para a redução da temperatura no interior de um veículo. A Figura 5 – Para-sol confeccionado com material reutilizado, apresenta o produto confeccionado reutilizando caixas de leite.

Figura 5 – Para-sol confeccionado com material reutilizado



Fonte: Vasconcelos *et al.* (2010, p. 31)

De acordo com Mreviews (2022), um acessório denominado de protetor solar, que fixados na parte interna da janela lateral de automóveis servem para proteger as crianças dos raios solares, proteger o banco de couro contra as radiações, evitar que o calor seja intenso no interior dos veículos, mantendo-o fresco e protegido da claridade excessiva. Em tempos de raios solares cada vez mais fortes, esse produto é de extrema importância.

Para Azevedo (2022), proteger-se dos raios solares não se resume a quando se está na rua, no interior de automóveis essa preocupação também existe. Levando em conta o fato de que o Brasil é um país tropical, torna-se importante manter o passageiro e o veículo protegido dos raios solares, responsáveis por acelerar o envelhecimento e até provocar câncer de pele. Por esse motivo, protetores solares ou quebra-sol, ao proteger o interior do automóvel da luz do sol, mantém crianças

seguras e confortáveis, além de proporcionar um ambiente mais fresco, pois reduz a luminosidade e o efeito dos raios solares durante passeios e viagens.

Pode-se definir que o protetor corta luz portátil é um acessório desenvolvido para ser acoplado a parte interna da janela lateral de um veículo, com a função de bloquear a luz do sol e criar sombra, contribuindo para a melhoria do conforto térmico e diminuir o excesso de iluminação local.

De acordo com Passageiro... (2014), um problema que os usuários de ônibus do transporte coletivo enfrentam no seu cotidiano é o calor e a exposição ao sol. Na Figura 6 – Improvise para o bloqueio da luz natural no transporte coletivo, é perceptível a falta de um acessório adequado para proteger o usuário da exposição ao sol, que utiliza uma sombrinha no interior do veículo para se proteger.

Figura 6 – Improvise para o bloqueio da luz natural no transporte coletivo



Fonte: Adaptado de Passageiro... (2014)

Apesar da referida reportagem ter sido realizada há alguns anos atrás, o problema da exposição ao sol, desconforto térmico e excesso de luminosidade dentro de ônibus do transporte coletivo, principalmente no verão, persiste até a atualidade e o protetor corta luz portátil pode ser uma alternativa economicamente viável para os usuários e ambientalmente correta.

Em conformidade com a lei 9.503 de 23 de setembro de 1997, artigo 111, inciso II, é vedado, nas áreas envidraçadas do veículo o uso de cortinas, persianas

fechadas ou similares nos veículos em movimentos, salvo nos que possuam espelhos retrovisores em ambos os lados. Considerando que os ônibus do transporte coletivo possuem espelhos retrovisores em ambos os lados e o protetor corta luz é um acessório similar a cortina, não há impedimento legal na utilização deste, mesmo com o veículo em movimento.

De acordo com a empresa de transporte municipal da região de Apucarana, contactada pelo canal de atendimento ao usuário, sugestões e reclamações, os vidros das janelas laterais dos ônibus possuem proteção contra raios solares e as viagens são curtas, no máximo com uma hora de duração. Pelos motivos citados e por não haver exigência legal para a instalação de cortinas dentro dos ônibus, os veículos não são equipados com esse acessório. Quanto a utilização do protetor corta luz o atendente argumentou que o acessório pode ser utilizado mesmo quando o veículo está em movimento, não existindo nenhuma restrição da empresa nesse sentido.

2.3 Conforto térmico e ergonomia

Gomes Filho (2010) argumenta que o conforto é uma condição de comodidade e bem-estar. Conceitua-se como a sensação de bem-estar, comodidade e segurança percebida pelo usuário nos níveis físico e sensorial.

Para Dul e Weerdmeester (2004), o limite a exposição ao calor intenso deve ser limitado e cada pessoa tem um limite diferente para suportar temperaturas extremas. Os autores afirmam que o calor intenso é desconfortável e provoca sobrecarga energética no corpo, principalmente no coração e pulmões, além disso, partes do corpo podem sofrer danos com queimaduras.

Para Gomes Filho (2010), os ambientes dos veículos são extremamente diversificados, principalmente em função de sua natureza e o uso a que essencialmente são destinados. Portanto, múltiplas são as variações dos ambientes entre veículos de passeio, de transporte de carga e de transporte coletivo de passageiro. As condições ambientais e ergonômicas em veículos incluem a adequação dos sistemas térmicos como níveis de temperatura e umidade relativa do ar e a adequação dos sistemas luminosos, como quantidade de luz e níveis de iluminação. A Figura 7 – Janela de um ônibus do transporte coletivo, apresenta as características do interior de um ônibus e principalmente os detalhes das janelas do veículo.

Figura 7 – Janela de um ônibus do transporte coletivo



Fonte: Aatoria própria (2022)

Adequar um produto ao tipo de transporte utilizado, envolve estudos ergonômicos e do ambiente interno do veículo, que devem ser considerados para o desenvolvimento de produtos para essa finalidade.

2.4 Sustentabilidade

Pereira, Silva e Carbonari (2011) observam que a sustentabilidade pode ser definida como a característica de um processo ou sistema que permite que ele exista por certo tempo ou por tempo indeterminado. Nas últimas décadas, o termo tornou-se um princípio segundo o qual o uso dos recursos naturais para a satisfação das necessidades presentes não deve comprometer a satisfação das necessidades das gerações futuras. Uma sociedade sustentável é aquela que não coloca em risco os recursos naturais dos quais é dependente. O desenvolvimento sustentável é o modelo de desenvolvimento que segue esses princípios, está fundamentado em três dimensões (econômica, ambiental e social) que consistem nos pilares da sustentabilidade. Diferente do modelo tradicional de crescimento baseado exclusivamente em aspectos econômicos como o aumento da produção e do consumo. Assim, as organizações sustentáveis devem ser capazes de medir, documentar e reportar retorno positivo em suas três dimensões, assim como os benefícios transferidos aos grupos de interesse.

Muitos acreditam que falar de sustentabilidade é o mesmo que falar de meio ambiente. Não podemos negar que o conceito sustentável tem em sua constituição uma parcela da dimensão do meio ambiente, mas não podemos nos restringir somente a isso. Ser sustentável está muito além de cuidar das questões ambientais do planeta. Ser sustentável é saber agregar vantagem competitiva em suas ações, resultando assim no bem-estar da geração presente e ao mesmo tempo preocupando-se com uma melhor qualidade de vida para as gerações futuras. (PEREIRA *et al.*, 2012, p.147)

Dias (2017) argumenta que o tripé da sustentabilidade, que se refere aos resultados medidos em termos econômicos, ambientais e sociais, pode ser aplicado de maneira macro, para um país ou o próprio planeta, como micro, numa residência, numa empresa, numa escola ou numa pequena vila.

Segundo Pereira, Silva e Carbonari (2011), a sustentabilidade observada a partir da esfera social enfatiza a presença do ser humano na Terra e a principal preocupação é o bem-estar humano e a qualidade de vida. A sustentabilidade econômica está relacionada a duas dimensões. De um lado, a alocação e a gestão mais eficientes dos recursos e, de outro, um fluxo regular do investimento público e privado. Na perspectiva ambiental a principal preocupação é com os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente.

De acordo com Rosa, Fraceto e Carlos (2012), a filosofia dos três R diz respeito à diminuição da geração de lixo e resíduos sólidos a partir da adoção de comportamentos individuais e coletivos que atinjam o objetivo a partir de três vertentes:

- Redução: diminuição da geração de resíduos;
- Reutilização: consumo de itens que possam ser usados novamente, como produtos com refil ou garrafas retornáveis. Trata-se do aproveitamento do produto, podendo este ser um pouco modificado como cortar uma garrafa para utilizar como vaso ou mesmo cortá-la em pequenas tiras para fazer uma vassoura, mas sem ser descaracterizado. O presente estudo utiliza-se dessa prática para definir o material que será utilizado no produto em desenvolvimento.
- Reciclagem: processo geralmente industrial que consiste no aproveitamento do material de que um produto é feito, normalmente após a descaracterização química, comum na indústria de plásticos, ou física a partir, principalmente, da desintegração em água no caso de papéis ou fusão no caso de metais, vidros

e plásticos, transformando-os em outros produtos, ou em alguns casos, no mesmo produto do resíduo original.

Rosa, Fraceto e Carlos (2012) observam que recuperar um resíduo significa desviá-lo da disposição final, posteriormente ao descarte, fazendo com que deixe de ser lixo e antes de reciclá-lo.

2.4.1 Resíduos sólidos pós-consumo

Rosa, Fraceto e Carlos (2012) definem o lixo como todo e qualquer produto ou material que não possua serventia e deve ser disposto. Já resíduo é todo e qualquer produto ou material, proveniente de um processo, que ainda pode ter serventia, podendo ser reaproveitado para ser reutilizado ou reciclado. Resíduo sólido é o resíduo cuja composição não permite o escoamento livre.

Para Pereira *et al.* (2012), a quantidade de lixo gerada no mundo tem sido grande e seu mau gerenciamento, além de provocar gastos financeiros significativos, pode provocar graves danos ao meio ambiente e comprometer a saúde e o bem-estar da população.

De acordo com Rosa, Fraceto e Carlos (2012), a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT (2004), por meio da NBR 10004 - Resíduos sólidos: classificação, define resíduo sólido como “aqueles nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”. Nessa definição, inclui-se lodos de estação de tratamento de água e esgoto, bem como alguns líquidos para os quais o tratamento seja inviável.

De acordo com a ABNT (2004), por meio da NBR 10004 - Resíduos sólidos: classificação, os resíduos sólidos são classificados em duas classes:

- Resíduos classe I - Perigosos;
- Resíduos classe II - Não perigosos.

Os resíduos classe II são classificados em:

- Resíduos classe IIA - Não inertes;
- Resíduos classe IIB – Inertes.

Rosa, Fraceto e Carlos (2012) definem as classes de resíduos como:

- Classe I – Resíduos Perigosos: quando o resíduo pode ser enquadrado em pelo menos um dos critérios de periculosidade definidos (reatividade,

corrosividade, patogenicidade, inflamabilidade e toxicidade), baseados em propriedades físicas, químicas e infectocontagiosas que possuam, uma vez que podem representar risco à saúde pública e ao ambiente se manejados inadequadamente;

- Classe IIA – Resíduos não inertes: aqueles que não forem enquadrados como perigosos nem inertes, sendo que podem apresentar combustibilidade, biodegradabilidade e dissolubilidade em água. Restos de comida, matéria orgânica vegetal, papéis e plásticos são típicos resíduos dessa classe;
- Classe IIB – Resíduos inertes: são resíduos que não são solubilizados em água em concentrações superiores às estabelecidas para os padrões de potabilidade. São considerados resíduos dessa classe os vidros e tijolos, por exemplo.

Em conformidade com a ABNT (2004), por meio da NBR 10004 - Resíduos sólidos: classificação, os resíduos de materiais têxteis são classificados como não perigosos, exceto em caso de contaminação do material com substâncias que apresentam características de periculosidade.

Para Leite (2017), o estudo da logística reversa e dos canais de distribuição reversos tornou-se gradativamente mais importante para empresas de todos os setores na medida em que a atividade se relaciona fortemente com a preservação do meio ambiente e a sustentabilidade empresarial, bem como com aspectos importantes de competitividade. Diversas razões justificam o retorno de produtos das categorias de pós-venda e de pós-consumo, as quais envolvem qualidade intrínseca, acordos comerciais que permitem retorno, reparo, conserto e manutenção dos produtos ou de seus componentes, embalagens retornáveis, interesse em sua reutilização e fim de vida útil.

Segundo o artigo 33 da Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

- I - Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de

gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos competentes, ou em normas técnicas;

II - Pilhas e baterias;

III - Pneus;

IV - Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - Produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Apesar de estar em tramitação na Câmara dos Deputados o projeto de lei PL 270/2022, que institui o sistema nacional de logística reversa de resíduos têxteis após o descarte, com a participação incentivada de fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores do produto. Até o presente momento não existe a obrigatoriedade da logística reversa pós-consumo para o setor têxtil.

Leite (2017) argumenta que após os bens atingirem seu fim de vida útil efetivo, e nessa categoria de pós-consumo incluem-se os produtos descartáveis que apresentam vida útil de algumas semanas, o fluxo reverso desses bens pode ocorrer por meio de dois grandes sistemas de canais reversos de revalorização: o canal reverso de remanufatura e o de reciclagem. Na impossibilidade dessas revalorizações, os bens de pós-consumo encontram a disposição final em aterros sanitários ou são incinerados.

De acordo com Santos *et al.* (2021), os resíduos pré-consumo, gerados pelas confecções têxteis, têm grande potencial de reciclagem na própria indústria de vestuário por se tratar de matéria-prima de qualidade, sem usos antecedentes. De outro modo, os resíduos de pós-consumo podem ser reutilizados ou reciclados, sendo que a maioria desses resíduos sofre um processo de reciclagem transformando o material em um produto de baixa qualidade.

Os resíduos têxteis pós-consumo tem grande potencial de serem reutilizados, estudar formas de aumentar o ciclo de vida desses materiais se justifica principalmente pela minimização do impacto ambiental causado pelo descarte incorreto ou inadequado.

2.4.2 Técnicas e práticas de reutilização de materiais

Esse item tem o objetivo de apresentar as principais técnicas e práticas de reutilização de materiais e que podem ser adotados para confeccionar o protetor corta luz portátil.

2.4.2.1 Upcycling

Para Ecycle (2022), o *upcycling* consiste em dar um novo propósito a materiais que seriam descartados, com criatividade e qualidade igual ou até melhor que a do produto original. O conceito vem se propagando e conquistando diferentes modelos de negócios, que procuram otimizar o ciclo de vida dos seus produtos, adotando hábitos mais sustentáveis de produção e criando novos produtos a partir da reutilização. Essa prática reduz a quantidade de resíduos produzidos que passariam anos em lixões e aterros sanitários, diminuindo a necessidade de exploração de matéria-prima para a geração de novos produtos. Envolve uma economia significativa de água e energia usadas tanto na exploração dos recursos naturais como, em menor escala, na reciclagem. A prática é um exemplo de economia circular que propõe que os resíduos sirvam de insumo para a produção de novos produtos.

Para Poerner (2021), a prática de reaproveitar materiais já existentes, como tecidos, aviamentos, roupas e vários outros materiais classificados como resíduos, ficou conhecida como *upcycling*. Não se trata de reciclagem, enquanto está se vale de processos químicos e maquinários para transformar materiais descartados, a técnica em questão consiste em adaptação e readequação quase sempre manuais e se trata da reutilização, conforme explicado no item 2.4. O que começou de forma tímida e pontual, conta hoje com um olhar mais ampliado, por parte da iniciativa privada e da sociedade civil, devido a seu potencial de conscientização e remodelação da indústria.

Para Ecycle (2022), o processo produtivo da indústria têxtil é complexo e necessita de grandes quantidades de energia, água, produtos químicos poluentes e exploração de outros recursos. Na indústria da moda, o *upcycling* surge como uma solução que está começando a ser desenvolvida por pequenos artesãos e marcas que estimula os clientes a não comprar nada além do necessário e usar a mesma peça por vários anos.

De acordo com Poerner (2021), é possível observar como o *upcycling* cresceu na última década, acompanhando o aumento de pessoas interessadas em conceitos de sustentabilidade aplicados à moda, setenta e um por cento dos consumidores expressam maior interesse em negócios circulares, como aluguel, revenda e conserto. Em uma famosa plataforma de compartilhamento de vídeos, são vários os canais com tutoriais de customização ou transformação de uma peça de

roupa. Já nas mídias sociais a *hashtag upcycledclothing* soma mais de cinquenta e dois milhões de visualizações. O luxo não fica de fora, algumas organizações globais têm dado bastante atenção à prática, é o caso de uma grife que lançou uma coleção de oitenta vestidos garimpados em lojas ao redor do mundo e transformados em peças exclusivas. Outra empresa criou, em 2020, uma coleção que utiliza tecidos reaproveitados de coleções anteriores para dar vida nova a lenços, colares e acessórios de cabelo.

2.4.2.2 Faça você mesmo (DIY)

Segundo Uau (2022), o DIY, também chamado de “*Do It Yourself*” ou, em português, “faça você mesmo” é um movimento que surgiu em 1912 como método de manutenção e melhoramento da casa, usando apenas materiais já à disposição dos moradores. Porém, foi na década de 1950, mais precisamente nos Estados Unidos, que a causa ganhou força e passou a causar impacto no cotidiano da população. A ideia continua sendo fabricar e consertar produtos sem recorrer à indústria ou a profissionais, com o objetivo de economizar, explorar a criatividade e diminuir o consumo visando a sustentabilidade.

De acordo com Câmera (2017), DIY é um movimento que incentiva a criação de diversos produtos, como móveis, equipamentos eletrônicos e brinquedos. Além disso é possível aprender a cuidar de hortas, customizar roupas e até construir um pequeno robô. No geral, o termo refere-se a qualquer coisa projetada, modificada ou fabricada pela própria pessoa, sem a ajuda de profissionais. É o famoso “faça com as próprias mãos” e o movimento se difundiu tanto que já é realidade na vida de muita gente. O que não faltam são pessoas economizando mão de obra e colocando a mão na massa. Além da economia, o conceito é importante para a preservação do meio ambiente, muitos objetos que iam para o lixo passaram a ser reaproveitados.

Pode-se perceber que existe um mercado, em expansão, relacionado com os resíduos têxteis pós-consumo e a aceitação desses produtos pela sociedade está aumentando. Iniciativas como o *upcycling* e DIY são práticas que ajudam a minimizar os impactos causados pela geração de resíduos sólidos têxteis pós-consumo ao meio ambiente e podem ser alternativas de produção para o protetor corta luz portátil desenvolvido no presente estudo.

2.5 Desenvolvimento de produtos

Baxter (2011) observa que a atividade de desenvolvimento de um novo produto não é tarefa simples. Ela requer pesquisa, planejamento cuidadoso, controle metuculoso e o uso de métodos sistemáticos.

De acordo com Crawford e Benedetto (2016), para examinar como os novos produtos são desenvolvidos e gerenciados, é apropriado dizer que eles procedem de um processo sistemático, gerenciado por pessoas experientes e bastante versadas em inovação de produtos, no terreno da exploração criativa.

Para Back *et al.* (2008), entende-se desenvolvimento de produto como todo o processo de transformação de informações necessárias para a identificação da demanda, a produção e o uso do produto. O desenvolvimento do produto compreende aspectos de planejamento e projeto, ao longo das fases pelas quais passa o produto, desde planejamento, pesquisa de mercado, projeto do produto, projeto do processo de fabricação, distribuição, uso, manutenção e descarte.

Rozenfeld *et al.* (2006) consideram que desenvolver produtos consiste em um conjunto de atividades por meio das quais busca-se, a partir das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, e considerando as estratégias competitivas e de produto da empresa, chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo. O desenvolvimento de produto também envolve as atividades de acompanhamento do produto após o lançamento para, assim, serem realizadas as eventuais mudanças necessárias nessas especificações, planejada a descontinuidade do produto no mercado e incorporadas, no processo de desenvolvimento, as lições aprendidas ao longo do ciclo de vida do produto.

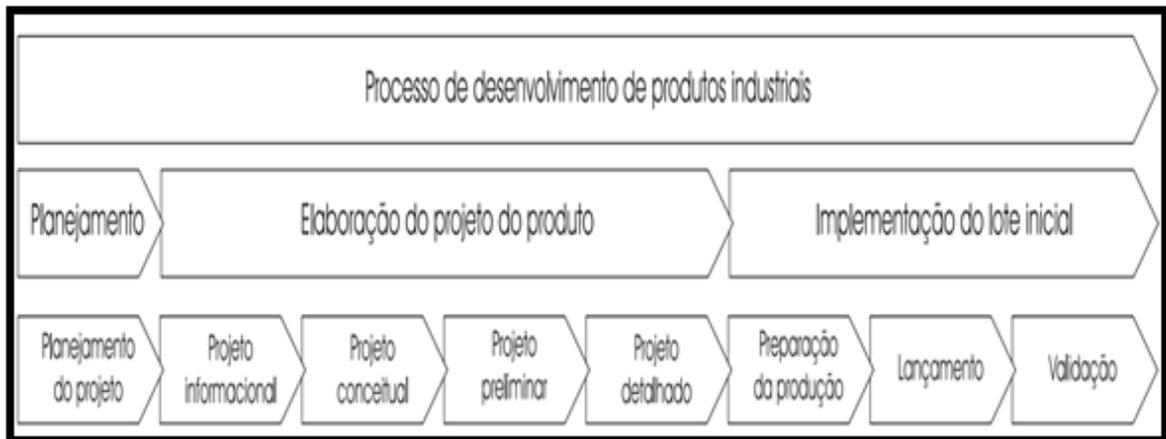
De acordo com Barbosa Filho (2009), por vezes o projetista, terá um exíguo prazo para lançar seus produtos antes que o façam seus competidores. Em outras oportunidades, terá que limitar ao máximo os custos de sua obtenção visando obter no preço final um fator de atratividade, pois muito além da disponibilidade de recursos para uma compra está a disposição de um consumidor em adquirir determinado produto que com os recursos em mãos pode estabelecer diferentes alternativas para a sua aplicação. Crescem as exigências ambientais, a eficiência do processo produtivo, a geração de resíduos, o consumo de energia durante o seu processamento, a substituição e o descarte de partes componentes, bem como a

liberação final de seus materiais, a embalagem e outros meios de proteção e transporte também deverão tomar parte nas preocupações dos projetistas.

2.5.1 Modelo de desenvolvimento de produtos de Back *et al.* (2008)

De acordo com Back *et al.* (2008), o processo de desenvolvimento do produto é dividido em três macro fases, decompostas em oito fases. Ao final de cada fase há uma avaliação do resultado obtido, autorizando a passagem para a fase seguinte. As fases são decompostas em atividades que são desdobradas em tarefas. A Figura 8 - Modelo de desenvolvimento de produtos de Back *et al.* (2008), apresenta as macros fases, fases e sua seqüência.

Figura 8 - Modelo de desenvolvimento de produtos de Back *et al.* (2008)



Fonte: Adaptado de Back *et al.* (2008, p. 70)

O processo de desenvolvimento integrado de produtos é dividido em três macro fases, que são detalhadas a seguir:

1. Planejamento: Corresponde a fase de planejamento do projeto e envolve a elaboração do plano do projeto do produto, principal resultado da fase;
2. Elaboração do projeto do produto: Envolve a elaboração do projeto do produto e do plano de manufatura, é decomposta nas fases de projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado;
3. Implementação do lote inicial: Envolve a execução do plano de manufatura na produção da empresa e o encerramento do projeto, é decomposta nas fases de preparação da produção, do lançamento e da validação do produto.

As fases do modelo de desenvolvimento de produtos de Back *et al.* (2008) e as suas respectivas definições são apresentadas na seguinte ordem:

- Fase 1 - Planejamento do projeto, destina-se ao planejamento de um novo projeto em face das estratégias de negócio da empresa e da organização do trabalho a ser desenvolvido ao longo do processo;
- Fase 2 - Projeto informacional, destina-se a definição das especificações de projeto do produto para apresentação do plano do projeto;
- Fase 3 - Projeto conceitual, destina-se ao desenvolvimento da concepção do produto;
- Fase 4 - Projeto preliminar, destina-se ao estabelecimento do leiaute final do produto e a determinação da viabilidade técnica e econômica;
- Fase 5 - Projeto detalhado, destina-se a vários propósitos:
 - Aprovação do protótipo;
 - Finalização das especificações dos componentes;
 - Detalhamento do plano de manufatura;
 - Preparação da solicitação de investimento.

Nessa fase o protótipo é construído e são concluídos os testes e ensaios de laboratório e de campo, de acordo com os planos de fabricação e de teste emitidos na fase anterior. Durante a realização dos testes, são aplicadas diversas análises, como a de segurança do protótipo e/ou de componentes do produto.

- Fase 6 - Preparação da produção, esta fase trata da preparação da produção do produto e da implementação do planejamento de marketing, diversas atividades são realizadas simultaneamente com o objetivo de preparar a produção para a realização do teste de montagem. Essas atividades incluem:
 - Elaboração da documentação de montagem;
 - Liberação para construção de ferramental;
 - Compra, recebimento, instalação, teste, preparação das máquinas operatrizes, dos dispositivos e ferramentas para a implementação da linha de produção e montagem do lote piloto;
 - Desenvolvimento do plano de produção e da programação do lote piloto.
- Fase 7 - Lançamento do produto, nesta fase é efetuado o lançamento do produto no mercado. Realizando a produção do lote inicial e a implementação do planejamento de marketing.

- Fase 8 - Validação do produto, a última fase do desenvolvimento do produto trata da validação do produto junto aos usuários, da auditoria e da validação do projeto junto ao cliente direto, nesta fase que o projeto é encerrado.

O modelo de desenvolvimento de produto de Back. *et al.* (2008), foi escolhido como referência para o desenvolvimento do protetor corta luz portátil porque apresenta um modelo com fases que detalham todas as atividades e tarefas a serem desenvolvidas durante o processo de desenvolvimento do produto. Por não ser um produto voltado a ser produzido pela indústria, o desenvolvimento desse produto não utiliza todas as fases. Utilizou somente as cinco primeiras fases do modelo de referência, iniciado na fase de planejamento do projeto e finalizado na fase de projeto detalhado.

2.5.2 Desenvolvimento de produtos têxteis pós-consumo

De acordo com Santos *et al.* (2021), o desenvolvimento de novos produtos provenientes de resíduos sólidos têxteis não somente é possível, mas necessário. Existem questões sustentáveis que precisam ser solucionadas, o que possibilita o crescimento econômico em vários setores. O design como catalisador de transformações sociais tem como responsabilidade promover novas formas e materiais para desenvolvimento de novos produtos. Consequentemente, pesquisas nestas áreas são necessárias para disseminar o conhecimento e suas aplicações.

Coutinho, Mariano e Souza (2017) argumentam que existem possibilidades e alternativas na reutilização e reaproveitamento de resíduos têxteis para o desenvolvimento de novos produtos, tornando-se em produtos de caráter sustentável, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais e possibilitando aplicar na prática a confecção de produtos e conhecimentos sobre modelagem por meio da reutilização.

Para Santos, Pereira e Venancio (2020), a geração de resíduos sólidos têxteis apresenta um número significativo que sendo reaproveitados de forma adequada podem viabilizar de forma eficaz a aplicação de um desenvolvimento sustentável para o ramo industrial. Além de encontrar formas para o reaproveitamento de resíduos têxteis é possível criar novos produtos que além de novas funcionalidades, possam ter diferenciação no mercado, gerando assim um resultado econômico mais atrativo e satisfatório para o novo produto.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente estudo está apresentada em duas etapas. Primeiramente classifica-se a pesquisa de acordo com suas características, após, são definidas as fases de execução e os procedimentos para o desenvolvimento do produto. De acordo com Gil (2019), para um conhecimento ser considerado científico, torna-se necessário identificar as operações mentais e técnicas que possibilitam a sua verificação, determinando o método que possibilitou chegar a esse conhecimento.

3.1 Classificação da pesquisa

O presente estudo adota e classifica a metodologia da pesquisa observando critérios técnicos e científico, de acordo com a literatura específica. Gil (2022) afirma que as pesquisas podem ser classificadas de diferentes maneiras, mas para que essa classificação seja coerente, é necessário definir previamente o critério adotado.

Silva e Menezes (2001) observam que existem várias formas de classificar as pesquisas. As formas clássicas de classificação podem ser definidas de acordo com o ponto de vista da sua natureza, da forma de abordagem do problema, de seus objetivos e dos procedimentos técnicos.

Em relação a sua natureza o estudo é classificado como pesquisa aplicada. Para Silva e Menezes (2001), pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos e envolve verdades e interesses locais.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, é classificada como pesquisa qualitativa. Silva e Menezes (2001) consideram que a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa, não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas e não pode ser traduzido em números. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva, os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente e o processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

Em relação aos objetivos, o estudo é classificado como pesquisa exploratória. Para Pereira (2016), nessa modalidade de estudo busca-se descobrir se existe ou não um fenômeno. Um estudo exploratório deveria ser considerado, sempre, como o primeiro passo na investigação. É utilizado quando o pesquisador quer investigar

tópicos onde existe pouco conhecimento. Deveria ser simples, mas muito completo. Às vezes, o objetivo da investigação é o próprio método de investigação.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos a pesquisa é classificada como pesquisa bibliográfica e experimental. Para Nascimento (2016), a pesquisa bibliográfica pressupõe a consulta a um número variado de obras que abordem o mesmo assunto para que o autor-aluno tenha a oportunidade de verificar como são diversificadas as opiniões sobre ele.

Praticamente toda pesquisa acadêmica requer em algum momento a realização de trabalho que pode ser caracterizado como pesquisa bibliográfica. Tanto é que, na maioria das teses e dissertações desenvolvidas atualmente, um capítulo ou seção é dedicado à revisão bibliográfica, que é elaborada com o propósito de fornecer fundamentação teórica ao trabalho, bem como a identificação do estágio atual do conhecimento referente ao tema. (GIL, 2022, p.44)

Ainda em relação aos procedimentos técnicos, o estudo é classificado como pesquisa experimental. Para Gil (2022), o desenvolvimento experimental é um trabalho sistemático, que utiliza conhecimentos derivados da pesquisa ou experiência prática com vistas à produção de novos materiais, equipamentos, políticas e comportamentos, ou à instalação ou melhoria de novos sistemas e serviços.

Realizar uma pesquisa com rigor científico pressupõe que você escolha um tema e defina um problema para ser investigado, elabore um plano de trabalho e, após a execução operacional desse plano, escreva um relatório final e este seja apresentado de forma planejada, ordenada, lógica e conclusiva. (SILVA; MENEZES, 2001, p.23)

A classificação aplicada ao estudo, observa os parâmetros da proposta de desenvolvimento relacionadas ao tema e tem o objetivo de dar maior coerência e credibilidade ao conteúdo da pesquisa.

3.2 Sequência metodológica da pesquisa

O presente estudo é delimitado em alguns aspectos e de acordo com Marconi e Lakatos (2021), delimitar a pesquisa é estabelecer limites para a investigação.

A pesquisa se limita ao desenvolvimento de um protetor corta luz portátil para ser acoplado na parte interna das janelas laterais de ônibus do transporte coletivo, elaborado com referência no modelo de desenvolvimento de Back *et al.* (2008), utilizando como matéria-prima materiais têxteis pós-consumo. Também é delimitado

para um nicho específico de mercado, classificado nesse estudo como consumidores de baixa renda, adeptos do *upcycling* e DIY.

Por não possuir ferramentas, conhecimento e tecnologia adequada para análise e quantificação de raios ultravioleta nocivos à saúde, causados pela exposição aos raios solares, o desenvolvimento do produto se limita a analisar somente o bloqueio da luz natural.

O desenvolvimento do protetor corta luz portátil é focado em produzir, minimizando ao máximo o custo de fabricação e que possa ser fabricado por pessoas comuns. Não tendo o objetivo de produzir em larga escala e sem fins lucrativos.

Esse estudo utiliza cinco fases do modelo de desenvolvimento de produtos de Back *et al.* (2008), que foi escolhido por apresentar um modelo de referência completo e detalhado, podendo ser facilmente adaptado ao desenvolvimento do protetor corta luz portátil, as fases utilizadas são detalhadas a seguir:

- Fase 1 - Planejamento do projeto, definindo as estratégias do trabalho desenvolvido ao longo do processo;
- Fase 2 - Projeto informacional, definindo as especificações de projeto do produto;
- Fase 3 - Projeto conceitual, desenvolvendo a concepção do produto;
- Fase 4 - Projeto preliminar, estabelecendo o leiaute final do produto;
- Fase 5 - Projeto detalhado, desenvolvendo e avaliando o protótipo;

A Figura 9 – Sequência de atividades a serem realizadas, apresenta o fluxograma da sequência das principais atividades realizadas no desenvolvimento do protetor corta luz portátil.

Figura 9 - Sequência de atividades a serem realizadas



Fonte: Autoria própria (2022)

As fases são decompostas em atividades que são desdobradas em tarefas. Gomes Filho (2010) observa que a tarefa é um conjunto de ações humanas que torna possível um sistema atingir um objetivo e a partir delas se define o projeto do objeto

em termos funcionais, operacionais, ergonômicos, entre outros. Para esse estudo somente serão adotadas as atividades essenciais para o desenvolvimento do produto. As fases, atividades e tarefas realizadas são apresentadas a seguir.

Nesse estudo, a fase de planejamento do projeto é a definição da sequência metodológica das atividades e tarefas realizadas, respeitados os parâmetros pré-definidos.

As atividades e tarefas da fase de projeto informacional são apresentadas a seguir:

- Para definir os requisitos e necessidades do usuário, realizou-se pesquisa através da coleta e análise de informações das avaliações em *site* de venda, reclamações e sugestões dos produtos similares ao protetor corta luz.

Após utilizou-se um questionário *online* para pesquisa de opinião sobre assuntos relacionados ao produto e reaproveitamento de materiais têxteis junto ao público-alvo. Esse questionário foi elaborado com perguntas de múltipla escolha, simples e diretas, sobre a aceitação e requisitos do produto, necessidades do público-alvo, rejeição a utilização de materiais pós-consumo na confecção do produto, importância da redução e reutilização de resíduos sólidos, sendo uma pesquisa de opinião sem coleta de dados pessoais do entrevistado e com amostragem por voluntários de no mínimo doze usuários, apresentado no APÊNDICE A. De acordo com Marconi e Lakatos (2021), o questionário deve ser limitado em extensão e em finalidade. Se for muito longo, causa fadiga e desinteresse. Se curto demais, corre o risco de não oferecer informações suficientes. Silva, Bertelli e Silveira (2018) argumentam que amostragem por voluntários é uma maneira de coleta de dados muito fácil e rápida. Pode-se enviar *e-mails* ou publicar em redes sociais e solicitar respostas aos questionários. Assim, os respondentes são voluntários da pesquisa, mas não foram selecionados de forma aleatória.

Através das informações dos questionários respondidos, as informações foram selecionadas e projetadas em gráfico. Marconi e Lakatos (2021) argumentam que os gráficos informativos objetivam dar ao público ou ao investigador um conhecimento da situação real e atual do problema estudado;

- Realizou-se pesquisa de produtos similares, através de consultas a sites de vendas pela internet e lojas de vendas de acessórios na região central da

cidade de Apucarana. Foram verificados o tipo de material utilizado, preço, eficiência no bloqueio da luz e *design* do produto.

As atividades e tarefas da fase de projeto conceitual são apresentadas a seguir:

- Realizou-se pesquisa de materiais alternativos, com foco em materiais têxteis pós-consumo com capacidade de serem utilizados na confecção do produto;
- Realizou-se a análise da gramatura dos materiais, utilizando parâmetros adaptados da ABNT (2008), por meio da NBR 10591 – Materiais têxteis: determinação de gramatura de superfícies têxteis, adaptada porque essa norma não se aplica a não-tecido e revestimento. Para os procedimentos foram coletadas duas amostras de cada material têxtil pós-consumo, cortadas utilizando um cortador circular de gramatura de tecido, pesados em balança digital de precisão e realizou-se os cálculos de média das amostras de cada material para definir a gramatura em gramas por metro quadrado (g/m^2);
- Realizou-se a análise do tecido plano, não-tecido e malha através de lupa conta fios para definir o tipo de estrutura e densidade dos materiais;
- Realizou-se o teste de combustão dos materiais para confirmar a composição dos materiais, analisando o comportamento destes em contato com a chama. Para essa análise foram utilizados parâmetros adaptados da ABNT (1995), por meio da NBR 13538 – Material têxtil: análise qualitativa, item 4.5, Ensaio de comportamento a combustão, comparando os resultados com a tabela 2 – combustão, da referida norma e com a literatura. Essa análise é importante porque em caso de incêndio no interior do veículo a utilização de material que não propaga chama é um fator de segurança para a proteção do usuário;
- Após foi desenvolvida a ficha técnica dos materiais têxteis selecionados, utilizando as informações das análises técnicas e testes realizados nos materiais, parâmetros importantes para o consumidor conhecer o tipo e características do material utilizado no produto desenvolvido;
- Realizou-se teste de durabilidade, alteração de cor e resistência a luz natural dos materiais pós-consumo selecionados, com exposição a intempéries, pelo período de aproximadamente três meses. Foram coletadas amostras com tamanho padrão de dez x dez centímetros de cada material têxtil pós-consumo selecionado e fixadas lado a lado, na parte interna de uma janela com

exposição a intempéries e incidência de luz solar. Uma porção da amostra não foi exposta e uma porção foi retirada mensalmente, totalizando quatro amostras, que foram catalogadas e comparadas visualmente ao final do teste em relação a deterioração do material, resistência contra intempéries e desbotamento da cor. Esse teste é importante porque a exposição a intempéries, incluindo a luz solar estão entre os principais agentes causadores de danos aos materiais têxteis.

As atividades e tarefas da fase de projeto preliminar são apresentadas a seguir:

- Definiu-se os requisitos dos produtos, utilizando as informações das etapas anteriores. Foram analisados os requisitos e necessidades do público-alvo, avaliações dos produtos similares e os testes realizados nos materiais têxteis pós-consumo;
- Desenvolveu-se protótipos utilizando os materiais alternativos analisados. A partir da análise dos materiais pós-consumo, foram escolhidos os melhores materiais para compor o protetor corta luz portátil, essa análise avaliou a durabilidade e resistência do material em relação a exposição a luz solar, eficiência no bloqueio da luz e disponibilidade da quantidade do material pós-consumo a ser utilizado. Para Albuquerque (2021), a escolha dos materiais das peças da coleção, ou seja, dos tecidos e dos aviamentos, não é dependente apenas da predileção estética do designer. Deve-se levar em conta a adequação técnica do tecido à peça que se quer produzir, o segmento de mercado, o custo e a disponibilidade, pois a matéria-prima é o principal elemento que contribui para o custo de um produto.

As atividades e tarefas da fase de projeto detalhado são apresentadas a seguir:

- Através da escolha do protótipo que obteve os melhores resultados nos testes realizados, definiu-se as medidas/tamanho padrão, desenho técnico, foi elaborada a ficha técnica, ficha operacional e ficha de custos do produto, com foco na redução de resíduos e praticidade na fabricação. Após, foi desenvolvido um documento com instruções para fabricação e uso do produto, apresentado no APÊNDICE B;
- O teste e avaliação do produto em relação ao bloqueio da luz e conforto foi qualitativa, de acordo com a percepção do autor sobre a eficiência do produto no bloqueio da luz e conforto térmico durante o trajeto utilizando ônibus do

transporte coletivo e em outros ambientes como sala de aula, residência e veículo de passeio.

Uma análise quantitativa utilizando um aparelho luxímetro para quantificar a alteração de luminosidade com e sem os protótipos acoplados na parte interna de uma janela residencial foi realizado, para essa análise foram utilizados parâmetros adaptados de Cunha *et. al.* (2018), por meio da norma de higiene ocupacional NHO 11 - Avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos de trabalho, item 6.4 - Procedimento de medição. Após foi realizado o teste no interior do ônibus com o protótipo que apresentou melhor resultado no bloqueio da luz, ambos com incidência de luz solar e céu claro durante a realização do teste.

Outra análise quantitativa utilizando termômetro digital e termômetro com sensor infravermelho para aferir a temperatura em superfícies foi realizado no acento e encosto do banco do ônibus do transporte coletivo, com incidência de luz solar no momento dos testes e céu claro. Foram realizadas três aferições sem e com o protetor corta luz acoplado a janela, com ambos os tipos de termômetro, em dias e horários diferentes. A aferição após o acoplamento do acessório foi realizada após dez minutos da instalação, tempo necessário para o resfriamento da superfície.

- Na etapa final foram estudadas formas de reutilização dos resíduos pós-consumo do protetor corta luz e de restos do processo de fabricação, ou em caso de inviabilidade de reutilização e reciclagem, formas corretas de destinação final.

As atividades e tarefas foram executadas sequencialmente obedecendo aos parâmetros estabelecidos. Algumas atividades foram realizadas de forma simultânea, Back *et al.* (2008) argumentam que o desenvolvimento integrado de produto considera que esse processo de transformação e geração de informações deva ser efetuado por uma equipe multidisciplinar, que os requisitos, restrições do produto e soluções, ao longo de todas as fases do processo, devam ser considerados ou pensados simultaneamente.

4 RESULTADOS

Os resultados do presente estudo são apresentados detalhando as características dos materiais analisados, principais dados e informações relacionados aos resultados obtidos nas fases e atividades realizadas na pesquisa e no desenvolvimento do protetor corta luz portátil.

4.1 Atividades e tarefas

As atividades e tarefas foram executadas conforme estabelecido na metodologia e os resultados são apresentados neste tópico.

4.1.1 Requisitos e necessidades do usuário

Em um site de *e-commerce* de uma grande loja virtual varejista, verificou-se as avaliações de clientes que adquiriram produtos similares ao protetor corta luz que são utilizados em janelas laterais traseiras de veículos de passeio. No Quadro 1 - Avaliações de usuários de produtos similares, são apresentadas as principais reclamações dos clientes, nessa etapa foram analisadas avaliações de sete produtos similares com acoplamento por ventosas.

Quadro 1 - Avaliações de usuários de produtos similares

Ventosas ineficientes e que se soltam facilmente da armação
Ineficiência no bloqueio da luz solar
Material com baixa gramatura e de baixa qualidade
Não cobre totalmente a janela ou produto maior que a janela
Produtos novos com defeitos nas ventosas, rasgos ou descosturados
O produto se solta do vidro com facilidade
Embalagem mal projetada danificando o produto, principalmente as ventosas
Rasgos durante e após a instalação por baixa qualidade do material
Baixa durabilidade

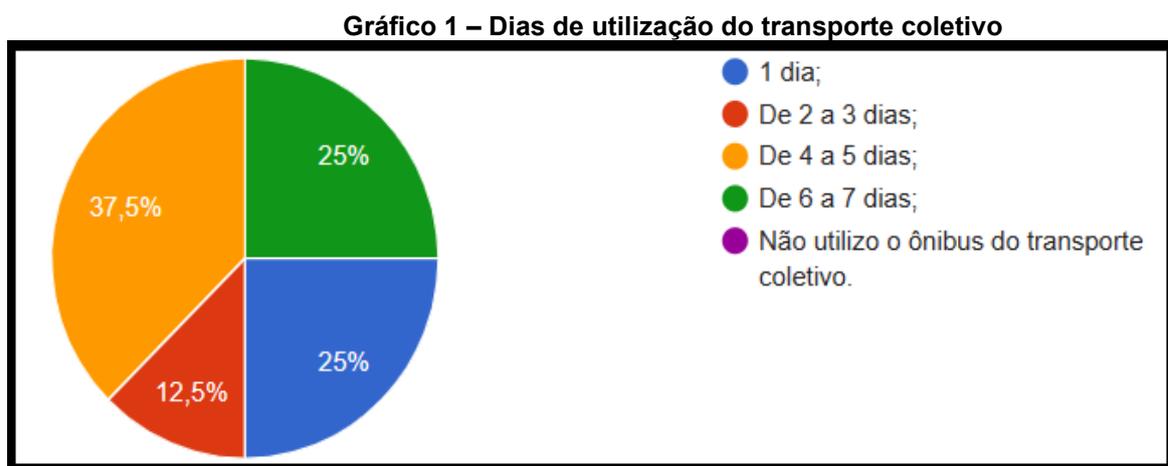
Fonte: Autoria própria (2023)

Através da análise das avaliações dos clientes é possível observar que os principais requisitos para os produtos similares são a eficiência no bloqueio da luz, eficiência na fixação do produto ao vidro do veículo, qualidade e durabilidade do material utilizado na confecção do produto.

Realizou-se junto ao público-alvo uma pesquisa de necessidades do usuário através de formulário *online*, com dezesseis voluntários participantes, todos da cidade de Apucarana e região, classificado nesse estudo como amostra quantitativa não probabilística. Silva, Bertelli e Silveira (2018) argumentam que a amostra quantitativa não probabilística, às vezes, é a única alternativa para uma pesquisa quantitativa, quando não temos meios de tornar a pesquisa aleatória, por dificuldade de acesso às unidades amostrais ou devido a outras limitações que possam aparecer. Isso não significa que o resultado dessa pesquisa estará incorreto. Porém, o resultado dessa pesquisa quantitativa não probabilística trouxe apenas o resultado da amostra pesquisada, e qualquer inferência fica inválida, afinal, essa amostra pode não ser representativa da população, pois não sabemos o erro que estamos cometendo com os dados coletados. Porém, é possível identificar parcialmente o perfil e características da população estudada.

Após coletou-se as informações que foram plotados em gráficos. Para Morettin e Bussab (2017), os métodos gráficos têm encontrado um uso cada vez maior devido ao seu forte apelo visual. Normalmente, é mais fácil para qualquer pessoa entender a mensagem de um gráfico do que aquela embutida em tabelas ou sumários numéricos.

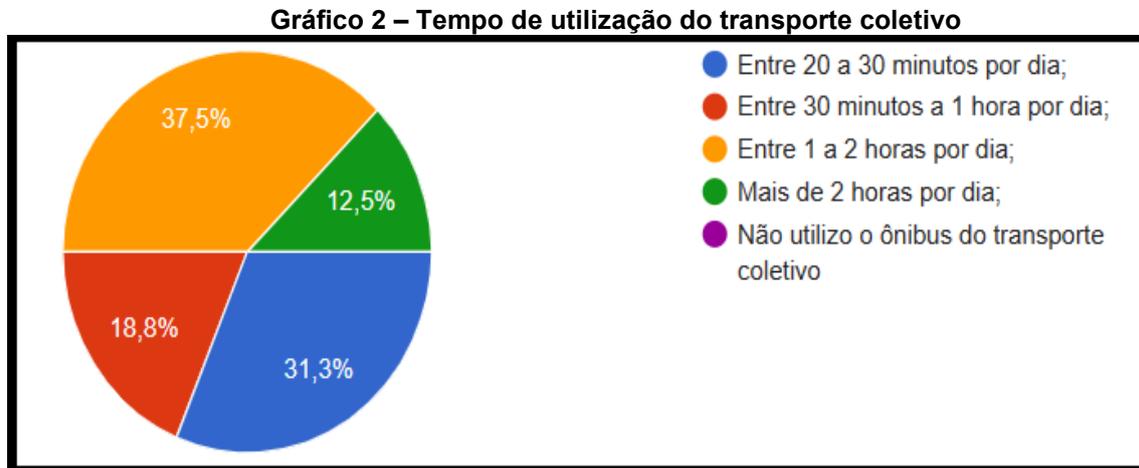
No Gráfico 1 – Dias de utilização do transporte coletivo, é apresentado o percentual de utilização dos usuários do transporte coletivo por dias da semana.



Fonte: Autoria própria (2023)

Através do Gráfico 1 é possível observar que aproximadamente sessenta por cento da amostra utiliza o transporte coletivo por quatro dias ou mais, durante a semana.

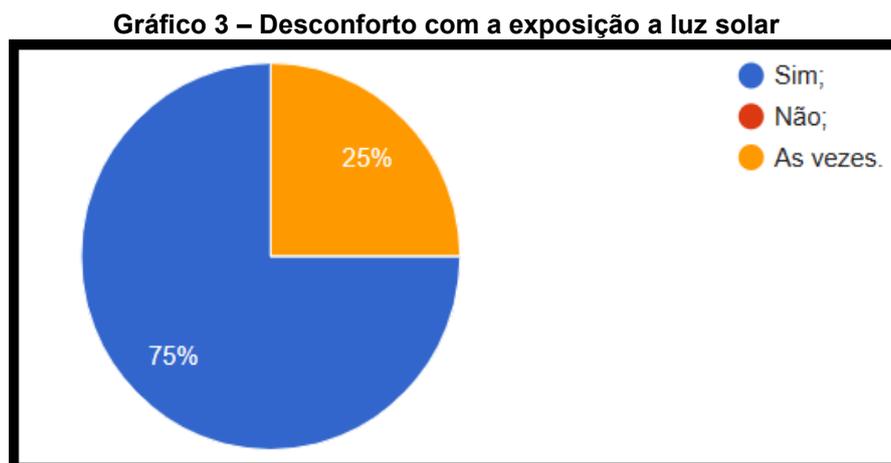
No Gráfico 2 – Tempo de utilização do transporte coletivo, é apresentado o percentual de tempo de utilização do transporte coletivo em horas por dia.



Fonte: Autoria própria (2023)

Através do Gráfico 2 é possível observar que aproximadamente cinquenta por cento da amostra utiliza o transporte coletivo por uma hora ou mais, durante o dia em que utiliza o transporte coletivo.

No Gráfico 3 – Desconforto com a exposição a luz solar, é apresentado o percentual do incomodo dos usuários com a exposição a luz solar no interior do ônibus de transporte coletivo durante o trajeto.



Fonte: Autoria própria (2023)

O Gráfico 3 demonstra que a amostra tem incômodo com a luz solar no interior do veículo durante o trajeto, sendo que setenta e cinco por cento se incomodam com a luz solar e vinte e cinco por cento se incomoda em algumas situações. Um dado

importante observado é o de que nenhum usuário respondeu que não tem desconforto com a luz solar durante o trajeto.

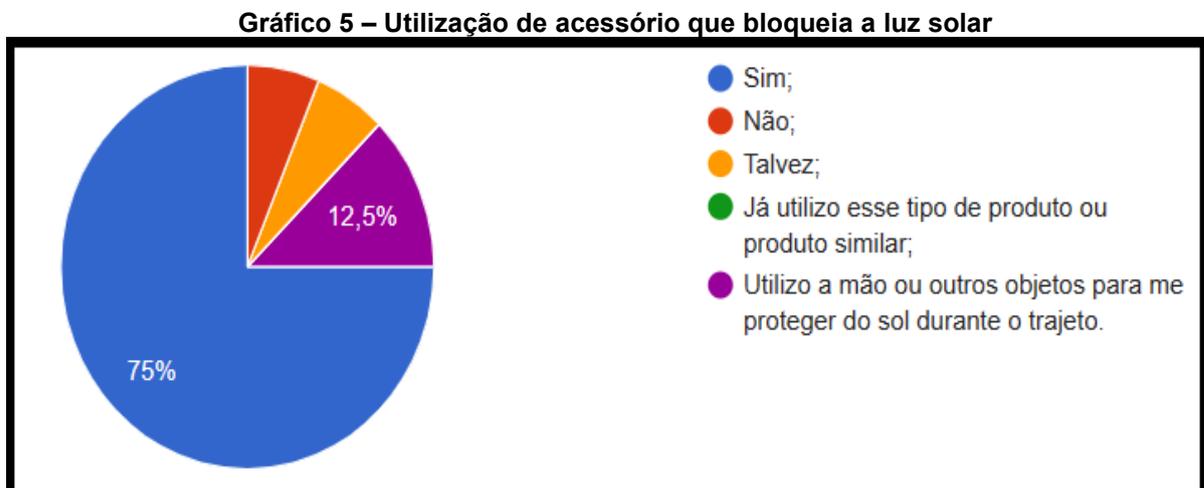
No Gráfico 4 – Tipo de desconforto com a exposição a luz solar, é apresentado o percentual do tipo de incomodo dos usuários com a exposição a luz solar no interior do ônibus de transporte coletivo durante o trajeto.



Fonte: Aatoria própria (2023)

Através do Gráfico 4 é possível observar que mais de sessenta por cento da amostra tem desconforto térmico e visual e nenhum usuário relatou não ter incomodo com a luz solar durante o trajeto.

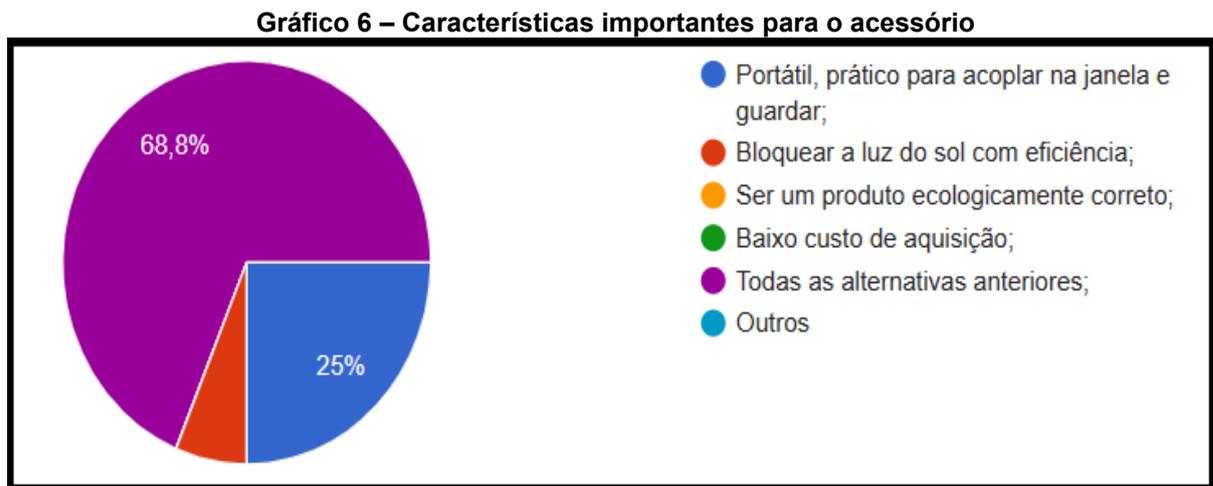
No Gráfico 5 – Utilização de acessório que bloqueia a luz solar, é apresentado o percentual de usuários que gostariam de utilizar um acessório que bloqueia a luz solar confeccionado com material pós-consumo no interior do ônibus de transporte coletivo durante o trajeto.



Fonte: Aatoria própria (2023)

Através do Gráfico 5 é possível observar que sessenta e cinco por cento da amostra gostaria de utilizar um acessório que bloqueia a luz solar no interior do ônibus durante o trajeto, confeccionado com material têxtil pós-consumo. Aproximadamente doze por cento utiliza a mão ou outros objetos para se proteger da luz solar durante o trajeto e nenhum usuário relatou utilizar esse tipo de produto ou produto similar.

No Gráfico 6 – Características importantes para o acessório, é apresentado o percentual das características importantes para um acessório que bloqueia a luz solar confeccionado com material pós-consumo no interior do ônibus de transporte coletivo durante o trajeto. Essa informação é importante para o estudo e desenvolvimento do produto porque essas características certamente deverão ser observadas nos testes que serão realizados no protótipo posteriormente.

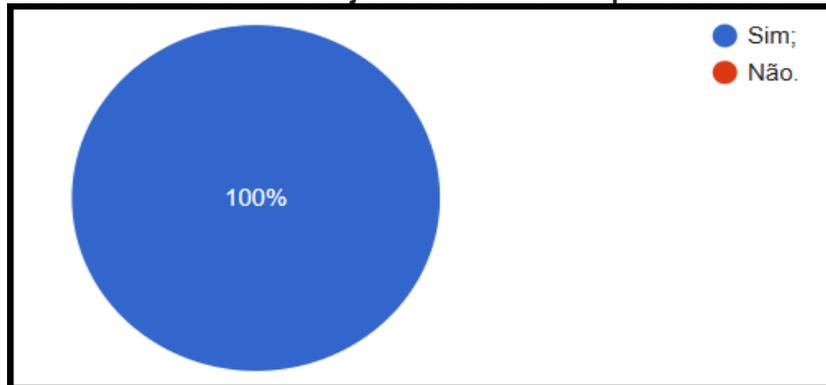


Fonte: Autoria própria (2023)

Através do Gráfico 6 é possível observar que aproximadamente sessenta por cento da amostra relata que as principais características desejáveis para o produto são bloquear a luz solar com eficiência, ecologicamente correto, baixo custo de aquisição, portátil, prático para acoplar na janela e guardar. O resultado é compatível com as avaliações de clientes que adquiriram produtos similares ao protetor corta luz em um *site* de *e-commerce* de uma grande loja virtual varejista detalhada anteriormente nesse tópico.

No Gráfico 7 – Iniciativas com o objetivo de diminuir a quantidade de resíduos, é apresentado o percentual da amostra que acreditam ser importante iniciativas que visam a redução da quantidade de resíduos gerados.

Gráfico 7 – Iniciativas com o objetivo de diminuir a quantidade de resíduos

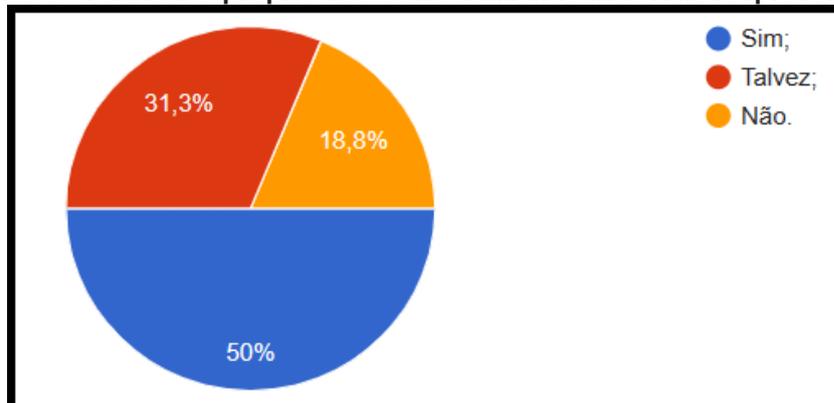


Fonte: Autoria própria (2023)

Através do Gráfico 7 é possível observar que todos os usuários acreditam ser importante iniciativas que visam a redução de resíduos, essa informação é um importante indicador de que técnicas e práticas de reutilização e reaproveitamento podem apresentar resultados satisfatórios quando bem planejados.

No Gráfico 8 - Fabricar o próprio acessório utilizando materiais reaproveitados, é apresentado o percentual da amostra que gostaria de fabricar seu próprio acessório para bloquear a luz solar reciclando ou reutilizando materiais têxteis pós-consumo.

Gráfico 8 - Fabricar o próprio acessório utilizando materiais reaproveitados



Fonte: Autoria própria (2023)

Através do Gráfico 8 é possível observar que cinquenta por cento da amostra gostaria de fabricar seu próprio acessório utilizando materiais têxteis pós-consumo como matéria prima. Esse resultado indica que o produto pode ter uma aceitação razoável, mesmo sendo fabricado pelo próprio usuário e reutilizando materiais têxteis pós-consumo.

4.1.2 Produtos similares

Nessa atividade foram analisados dez produtos similares com acoplamento por ventosas, imã magnético e capas para revestimento em portas de veículos de passeio em três *sites* de *e-commerce* de grandes lojas virtuais varejistas. As definições e características disponíveis na internet relacionados a produtos similares ao protetor corta luz portátil, denominados de redutores de claridade ou protetor solar para automóveis especificam que:

- São produtos desenvolvidos para automóveis, com nicho de mercado voltado para consumidores com poder aquisitivo médio;
- Os desenvolvedores aparentemente não se preocupam em utilizar materiais ecologicamente corretos e sustentáveis em seus produtos. Nenhum produto verificado relata a utilização desse tipo de material em sua confecção;
- Os produtos não citam que podem ser utilizados em outros tipos de transporte, como em transportes coletivos;
- O preço do produto varia de acordo com o modelo e marca e são vendidos em par. Podem ser encontrados por valores entre quinze até trezentos reais;
- As principais formas de acoplamento a janela são por ventosas, capas que revestem a porta interna e externamente e sistemas magnéticos.

Em visitas a lojas de vendas de acessórios na região central da cidade de Apucarana-Pr, foram encontrados para-sol para para-brisas de veículos e não foram encontrados produtos similares ao protetor corta luz para janelas laterais de veículos. Esses produtos similares somente foram encontrados em uma loja de brinquedos, roupas e acessórios para crianças, com preço variando entre vinte e cinco a duzentos reais. A dificuldade de encontrar esse tipo de produto no comércio indica que são destinados a proteção de crianças que se posicionam no banco traseiro do veículo e são vendidos principalmente via *internet* e lojas para produtos destinados a crianças.

Na Figura 10 – Produto similar, é possível observar um redutor de claridade adquirido pelo autor, instruções para dobrar e guardar, detalhes das ventosas e armação que utiliza ferro recoberto por viés em suas bordas.

Figura 10 – Produto similar



Fonte: Autoria própria (2023)

O produto possui baixa gramatura, confeccionado em poliéster, ferro e PVC. Uma das ventosas apresentou defeito de fábrica e costuras malfeitas em suas bordas. O produto foi utilizado no interior de um ônibus com incidência de luz solar e apresentou baixa eficiência na redução da claridade, as medidas do produto foram incompatíveis com as medidas da janela do ônibus e o acoplamento por ventosa foi eficiente.

4.1.3 Materiais alternativos

Os materiais reutilizados analisados nesse estudo são apresentados no Quadro 2 – Materiais reutilizados.

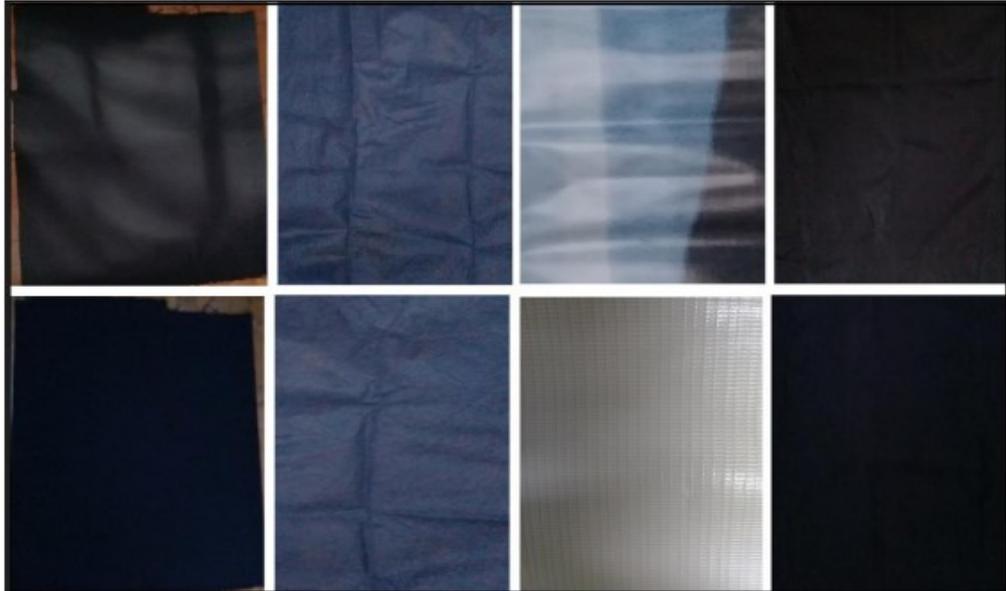
Quadro 2 – Materiais reutilizados

Material	Composição	Procedência
Tecido plano	100% poliéster	Pós-consumo
Malha	100% algodão	Pós-consumo
Tecido não tecido	100% polipropileno	Pós-consumo
Laminado PVC	Poliéster / PVC	Pós-consumo
Clips para prender papel	Metal	Pós-consumo
Ganchos	Plástico	Pós-consumo

Fonte: Autoria própria (2023)

Os materiais reutilizados foram coletados pelo autor em sua residência e o laminado doado por uma instituição de ensino superior. Na Figura 11 – Amostra de materiais têxteis pós-consumo, é apresentado as amostras dos materiais têxteis analisados nesse estudo.

Figura 11 – Amostra de materiais têxteis pós-consumo



Fonte: Autoria própria (2023)

Os materiais apresentados na Figura 11, no sentido da margem esquerda para a direita apresenta a amostra de tecido plano, não-tecido, laminado PVC e malha respectivamente, as imagens na parte superior são do lado direito e na parte inferior do lado avesso de cada material.

Os materiais novos utilizados nesse estudo são apresentados no Quadro 3 – Materiais pré-consumo.

Quadro 3 – Materiais pré-consumo

Material	Composição	Largura/Diâmetro	Custo (R\$)
Ventosa	PVC e Poliestireno	40 mm	1,65
Imã	Neodímio	8 mm	0,83
Imã	Ferrite	10 mm	0,24
Ilhós	Metal	6 mm	0,22
Fita adesiva	Polietileno, algodão e adesivo	45 mm	1,00
Linha de costura	100% Poliéster	28 tex	0,01

Fonte: Autoria própria (2023)

inferior, ganchos de plástico e clips de plástico e de metal ao centro. A imagem a direita apresenta ganchos de plástico de tamanhos variados.

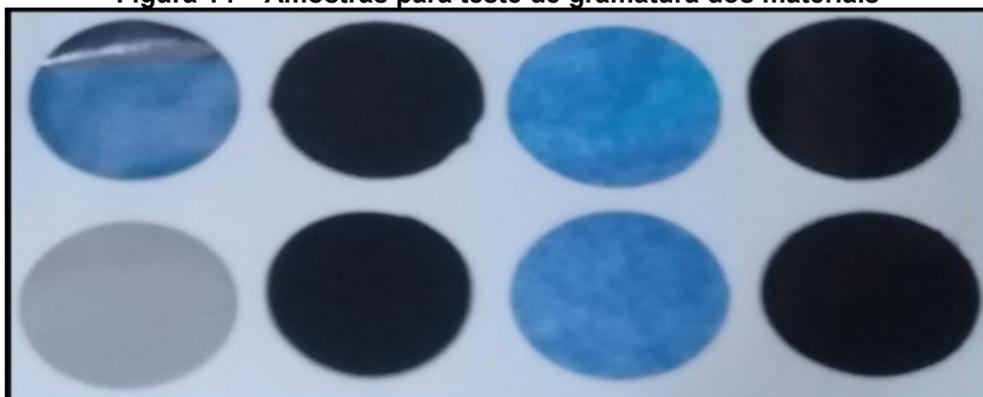
As ferramentas utilizadas nesse estudo para o desenvolvimento do produto foram um alicate comum, alicate aplicador de ilhós, régua, trena, estilete, tesoura, giz e agulha de mão para costura. Não foram utilizados nenhum modelo de máquina ou equipamento para a confecção dos protótipos e sistemas de acoplamento.

4.1.4 Teste de materiais

No teste de materiais definiu-se a gramatura, estrutura, densidade, composição, propagação a chama, durabilidade e desbotamento de cor. Lobo, Limeira e Marques (2014) afirmam que o estudo das fibras pode demonstrar que certos tecidos são mais duráveis e, portanto, são mais úteis para fins específicos, explica porque certos tecidos são melhores para o vestuário, outros dão uma impressão de frescor quando utilizados como decoração, a limpeza e a manutenção do produto também devem ser avaliadas quando isso for fator importante. Esse conhecimento torna mais fácil o desenvolvimento da capacidade de distinguir a qualidade dos tecidos e, por sua vez, em que tipo de produto final podem ser usadas, possibilitando prestar um bom serviço para os consumidores que não tiveram a oportunidade de fazer um curso formal na indústria têxtil.

A Figura 14 – Amostras para teste de gramatura dos materiais, apresenta amostras dos materiais analisados cortados em formato circular para definir a gramatura. Na figura, da margem esquerda para a direita são apresentadas as amostras de laminado têxtil, tecido plano, nãotecido e malha respectivamente com a imagem superior do lado direito e inferior do lado avesso do material.

Figura 14 – Amostras para teste de gramatura dos materiais



Fonte: Aatoria própria (2023)

O tecido plano, nãotecido e malha foram analisados através de lupa conta fios para definir o tipo de estrutura e densidade dos materiais e os dados obtidos são apresentados nas fichas técnicas de cada material. Lobo, Limeira e Marques (2014) afirmam que a morfologia estuda a forma, descrevendo as relações espaciais dos elementos estruturais e utilizando recursos diversos, por exemplo a lupa para a análise em escala em centímetro ou milímetro.

Realizou-se o teste de comportamento a combustão nos materiais têxteis pós consumo coletados, utilizando amostras do tecido cortadas em formato retangular. Na Figura 15 – Teste de combustão do tecido plano, é apresentada a amostra de tecido plano sendo submetida a chama de um isqueiro.

Figura 15 – Teste de combustão do tecido plano



Fonte: Autoria própria (2023)

O teste no tecido plano demonstrou ser um material que extingue o fogo com facilidade, assim que se retira a chama do contato com o material, o cheiro é de plástico queimado e o resíduo é de plástico fundido.

Na Figura 16 – Teste de combustão da malha, é apresentada a amostra do tecido de malha sendo submetida a chama de um isqueiro.

Figura 16 – Teste de combustão da malha



Fonte: Autoria própria (2023)

O teste na malha demonstrou que o material propaga chama com rapidez, tem cheiro de papel queimado e o resíduo é de cinzas suaves.

Na Figura 17 – Teste de combustão do nãotecido, é apresentada a amostra do nãotecido sendo submetida a chama de um isqueiro.

Figura 17 – Teste de combustão do nãotecido



Fonte: Aatoria própria (2023)

O teste no nãotecido demonstrou que o material extingue a chama com facilidade, tem cheiro de plástico queimado e resíduos em formas de pequenas esferas duras e escuras.

Na Figura 18 – Teste de combustão do laminado PVC, é apresentada a amostra de laminado PVC sendo submetida a chama de um isqueiro.

Figura 18 – Teste de combustão do laminado PVC



Fonte: Aatoria própria (2023)

O teste no laminado PVC demonstrou que o material não propaga chama, tem cheiro de cloro e não gerou resíduo.

O teste de comportamento a chama dos materiais têxteis analisados se mostrou compatível com os resultados descritos na ABNT (1995), por meio da NBR 13538 – Material têxtil: análise qualitativa, tabela 2 – Combustão, para o poliéster,

algodão e polipropileno. Os resultados para o PVC são compatíveis com parâmetros descritos na literatura, assim como os outros materiais.

A partir das informações coletadas nos testes realizados nos materiais, desenvolveu-se as fichas técnicas de cada material têxtil pós-consumo. As características do tecido plano analisado são apresentadas no Quadro 4 – Ficha técnica do tecido plano.

Quadro 4 – Ficha técnica do tecido plano

Estrutura	Tela 1x1
Cor	Preto
Composição	100% poliéster
Gramatura	158 g/m ²
Densidade dos fios de urdume	22 fios/cm
Densidade dos fios de trama	16 batidas/cm
Teste de combustão	Extingue o fogo com facilidade quando se retira a chama do contato com o material
Procedência	Cortina pós-consumo

Fonte: Autoria própria (2023)

O tecido plano encontra-se desbotado em regiões específicas do seu lado direito, no lado avesso encontra-se em bom estado.

As características da malha analisada são apresentadas no Quadro 5 – Ficha técnica da malha.

Quadro 5 – Ficha técnica da malha

Estrutura	Meia malha
Cor	Preto
Composição	100% algodão
Gramatura	165 g/m ²
Densidade/colunas	14 colunas/cm
Densidade/carreiras	20 carreiras/cm
Teste de combustão	Propaga chama
Procedência	Camiseta pós-consumo

Fonte: Autoria própria (2023)

A malha encontra-se desbotado em seu lado direito, no lado avesso encontra-se em bom estado.

As características do não-tecido analisado são apresentadas no Quadro 6 – Ficha técnica do não-tecido.

Quadro 6 – Ficha técnica do nãotecido

Estrutura	Filamentos orientados ao acaso
Cor	Azul
Composição	100% polipropileno
Gramatura	30 g/m ²
Teste de combustão	Extingue a chama com facilidade
Procedência	Forração de mesa e decoração

Fonte: Autoria própria (2023)

O nãotecido encontra-se em bom estado em ambos os lados.

As características do laminado têxtil analisado são apresentadas no Quadro 7 – Ficha técnica do laminado têxtil.

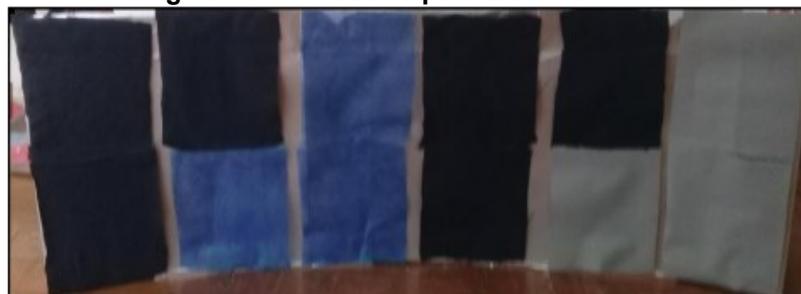
Quadro 7 – Ficha técnica do laminado têxtil

Estrutura	Tela 1x1 com revestimento duplo
Cor	Estampado / Cinza
Composição	Poliéster com revestimento PVC
Gramatura	330 g/m ²
Teste de combustão	Não propaga chama
Procedência	Banner de evento acadêmico

Fonte: Autoria própria (2023)

O laminado têxtil encontra-se em bom estado em ambos os lados, sendo o lado direito impresso e o lado avesso cinza.

Na Figura 19 – Amostras para teste de durabilidade, é apresentada as amostras submetidas ao teste de exposição a intempéries e durabilidade.

Figura 19 – Amostras para teste de durabilidade

Fonte: Autoria própria (2023)

Na Figura 20 – Amostras expostas a intempéries na parte interna da janela, é apresentada as amostras fixadas na parte interna da janela de um prédio residencial com exposição contra intempéries.

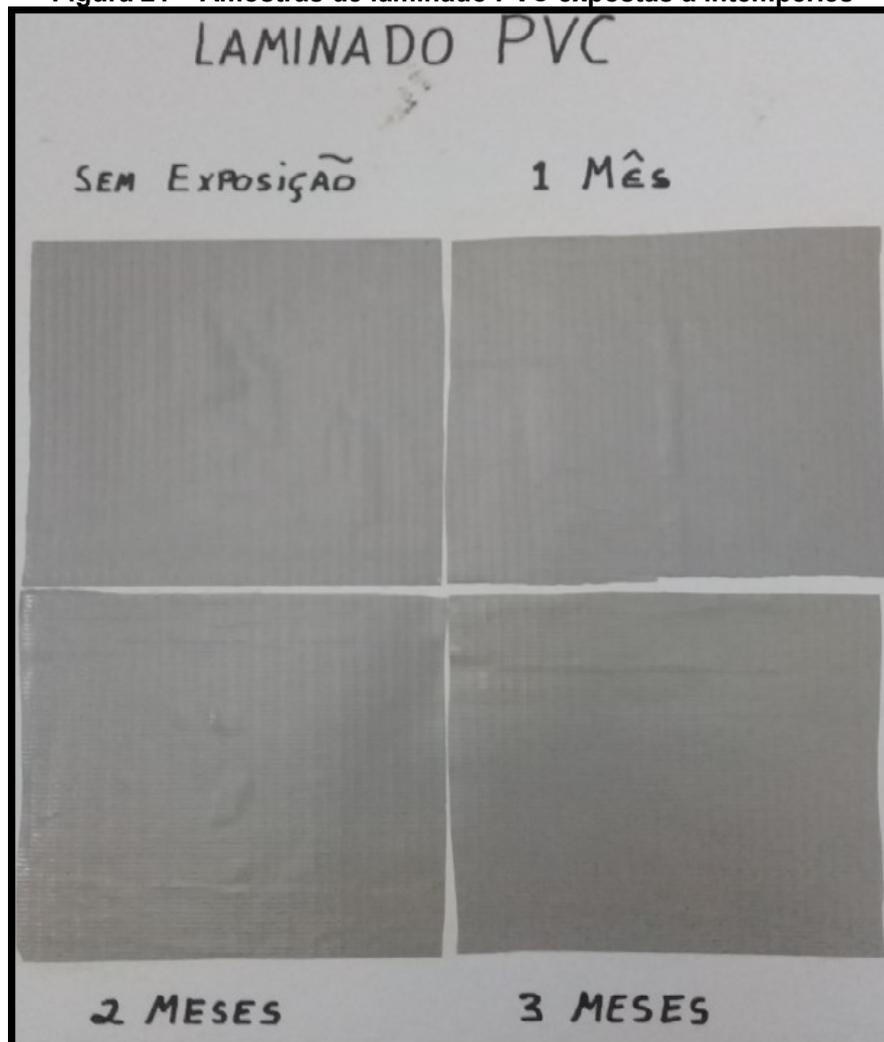
Figura 20 – Amostras expostas a intempéries na parte interna da janela



Fonte: A autoria própria (2023)

Após a conclusão do teste, as amostras foram fixadas em cartolina branca e catalogadas para serem analisadas. A Figura 21 – Amostras de laminado PVC expostas a intempéries, apresenta as amostras do laminado retiradas ao fim de cada ciclo preestabelecido.

Figura 21 – Amostras de laminado PVC expostas a intempéries



Fonte: A autoria própria (2023)

O resultado apresentado na Figura 21 demonstra que as amostras de laminado PVC não tiveram alterações visuais em relação ao desbotamento da cor, durabilidade, resistência e instabilidade dimensional após serem submetidas a exposição a intempéries pelo período de três meses, indicando ser um material resistente a exposição a intempéries, mesmo sendo pós-consumo e de ter sido guardada por um período superior a dois anos em um armário localizado no interior de um laboratório de uma instituição de ensino. Porém, após longos períodos expostos a intempéries esse tipo de material apresenta deformações e danos a sua estrutura. Na Figura 22 – Danos ao laminado PVC após longo período de exposição, é apresentado alguns tipos de danos que ocorrem no material após longos períodos de exposição.

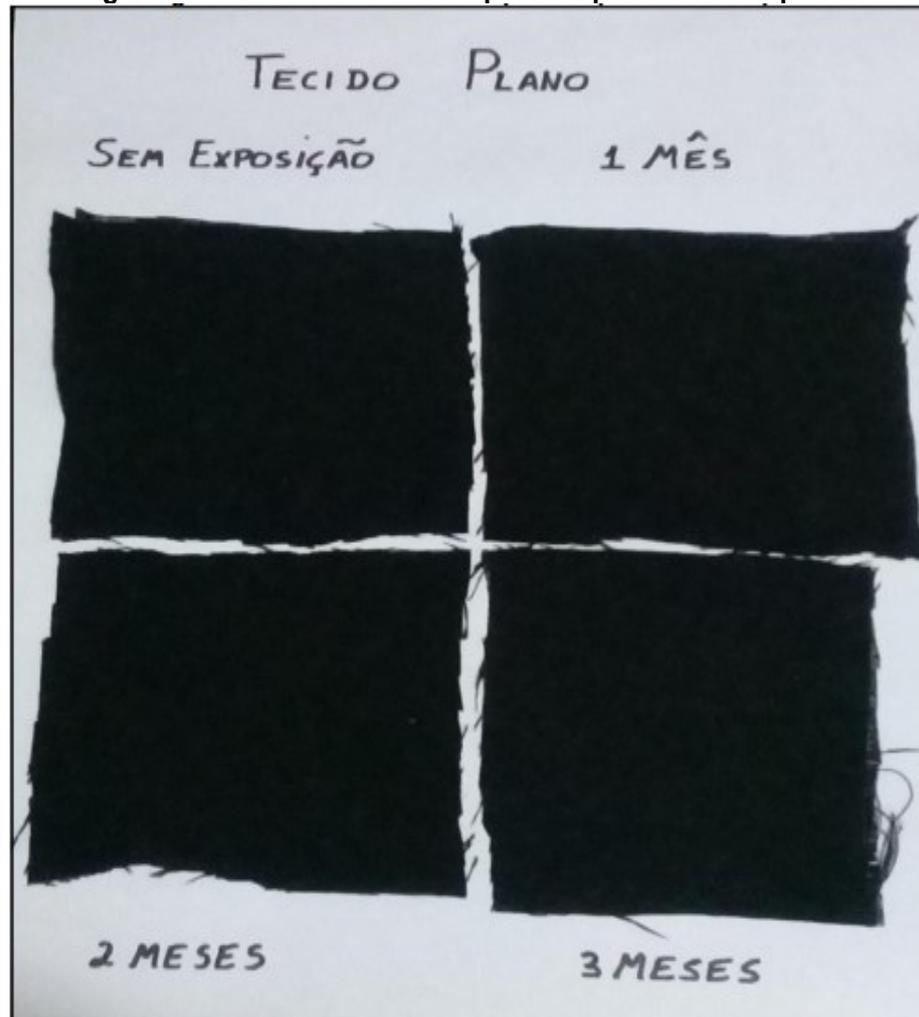
Figura 22 – Danos ao laminado PVC após longo período de exposição



Fonte: Autoria própria (2023)

Na Figura 22 é possível verificar os danos causados pela ação de intempéries no laminado PVC, principalmente danos por esfarelamento, dando um efeito craquelado ao material, desfazendo as camadas de revestimento.

A Figura 23 – Amostras de tecido plano expostas a intempéries, apresenta as amostras retiradas ao fim de cada ciclo preestabelecido.

Figura 23 – Amostras de tecido plano expostas a intempéries

Fonte: Autoria própria (2023)

O resultado apresentado na Figura 23 demonstra que as amostras de tecido plano não tiveram alterações visuais em relação ao desbotamento da cor, durabilidade, resistência e instabilidade dimensional após serem submetidas a exposição a intempéries pelo período de três meses, indicando ser um material resistente a exposição a intempéries. Porém, longos períodos de exposição causam danos ao tecido, principalmente o desbotamento da cor, conforme apresentado na Figura 24. Lobo, Limeira e Marques (2014) afirmam que as fibras de poliéster e seus tecidos têm muitas utilidades em decorrência de sua alta tenacidade, durabilidade, resistência a rugas, capacidade de manter a forma e reter o ar quente.

Na Figura 24 – Danos ao tecido após longo período de exposição, é apresentado o principal dano que ocorre no material após longos períodos de exposição a intempéries, na imagem é possível observar uma cortina pós-consumo retirada de uma sala de aula que foi exposta a intempéries por longo período.

Figura 24 – Danos ao tecido após longo período de exposição

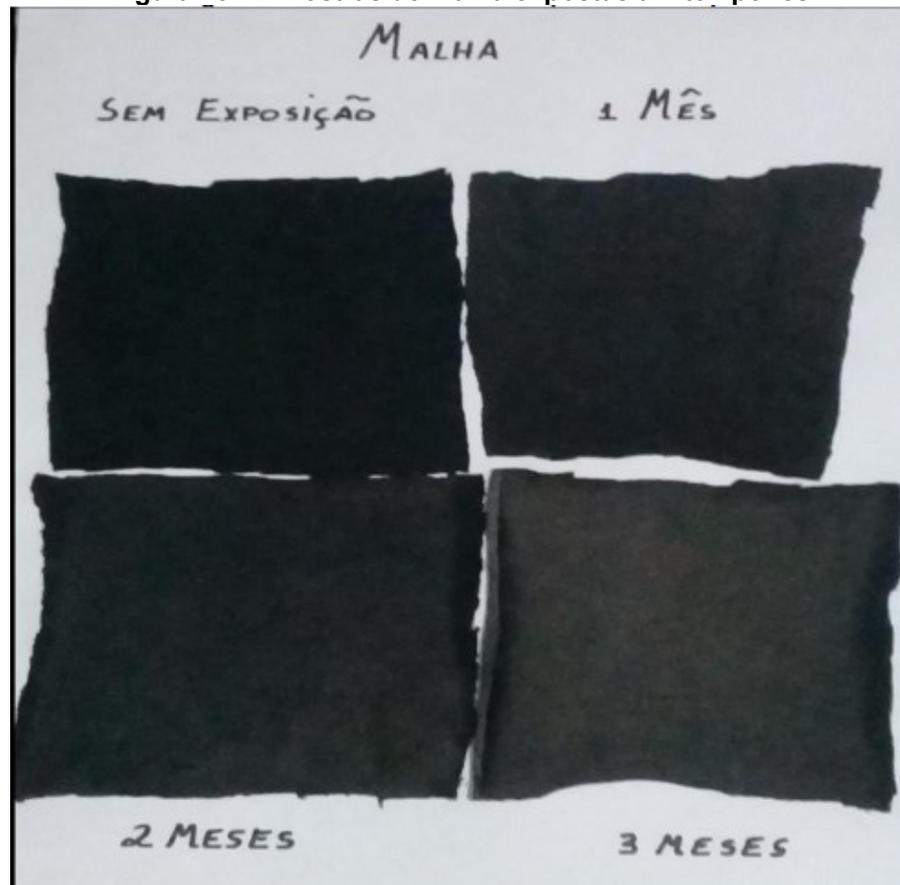


Fonte: A autoria própria (2023)

Na Figura 24 é possível observar que após longos períodos expostos a intempéries o tecido apresenta deformações e danos a sua estrutura, principalmente o desbotamento da cor.

Na Figura 25 – Amostras de malha expostas a intempéries, apresenta as amostras retiradas ao fim de cada ciclo preestabelecido.

Figura 25 – Amostras de malha expostas a intempéries



Fonte: A autoria própria (2023)

O resultado apresentado na Figura 25 demonstra que as amostras de malha tiveram alterações visuais significativas em relação ao desbotamento da cor e instabilidade dimensional. É possível observar que a amostra retirada após três meses ocorreu desbotamento de cor, teve tendência de enrolamento em uma de suas bordas e ocorreu o alargamento em algumas regiões das amostras após serem submetidas a exposição a intempéries pelo período de três meses, indicando ser um material com baixa resistência a exposição a intempéries.

Na Figura 26 – Amostras de não tecido expostas a intempéries, apresenta as amostras retiradas ao fim de cada ciclo preestabelecido.



Fonte: Autoria própria (2023)

O resultado apresentado na Figura 26 demonstra que as amostras de nãotecido tiveram alterações visuais significativas em relação ao desbotamento da cor, durabilidade e resistência após serem submetidas a exposição pelo período de três meses, indicando ser um material de baixa resistência a exposição a intempéries. Esse material foi o único a apresentar esfarelamento, decomposição e rupturas após o período de exposição.

Na Figura 27 – Danos ao nãotecido após longo período de exposição, é apresentado o principal dano que ocorre no material após longos períodos de exposição.

Figura 27 – Danos ao nãotecido após longo período de exposição



Fonte: Aatoria própria (2023)

Na Figura 27 é possível observar que após longos períodos expostos a intempéries o tecido nãotecido apresenta deformações e danos a sua estrutura, principalmente o desbotamento da cor, perda de resistência e decomposição do material. A imagem a direita apresenta a decomposição do material, principalmente as bordas expostas a intempéries por longo período. Na imagem a esquerda é possível observar o material em decomposição fixado a grade do muro de uma residência.

4.1.5 Requisitos do produto

Utilizando as informações das etapas anteriores foram definidos os requisitos do produto. O Quadro 8 – Requisitos do Produto, apresenta os principais requisitos para o desenvolvimento do protetor corta luz.

Quadro 8 – Requisitos do Produto

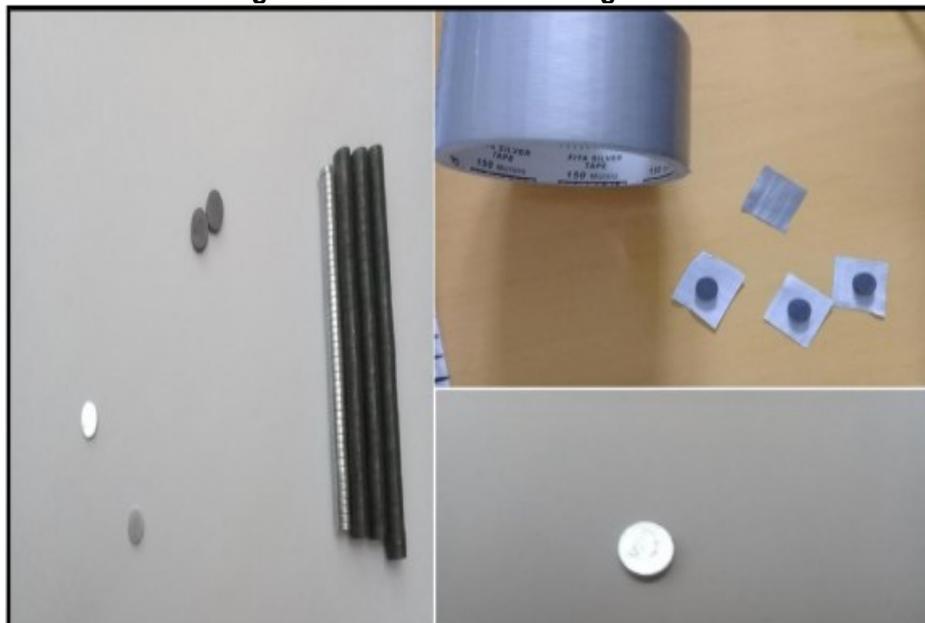
Eficiência no bloqueio da luz
Eficiência do sistema de acoplamento do produto a janela
Portátil, prático para acoplar na janela e guardar
Baixo custo de fabricação e aquisição
Ecologicamente correto
Alta durabilidade e boa qualidade do material utilizado no produto
Disponibilidade do material têxtil pós-consumo a ser utilizado
Facilidade e praticidade na fabricação do produto
Utilizar o mínimo de recursos materiais e mão de obra na confecção do produto

Fonte: Autoria própria (2023)

Após a definição dos requisitos do produto, iniciou-se os estudos para satisfazer esses requisitos e implementá-los no desenvolvimento do protótipo.

4.1.6 Desenvolvimento do protótipo

Entre as formas de acoplamento analisadas, um mecanismo de acoplamento por ímã magnético foi desenvolvido. Foram testados ímãs de ferrite que tem como principal ponto positivo o baixo custo de aquisição, também foram testados ímãs de neodímio que são mais compactos e possuem maior força de atração magnética. A Figura 28 – Teste de ímãs magnéticos, apresenta pastilhas de ímãs de ferrite e neodímio fixados por fita adesiva.

Figura 28 – Teste de ímãs magnéticos

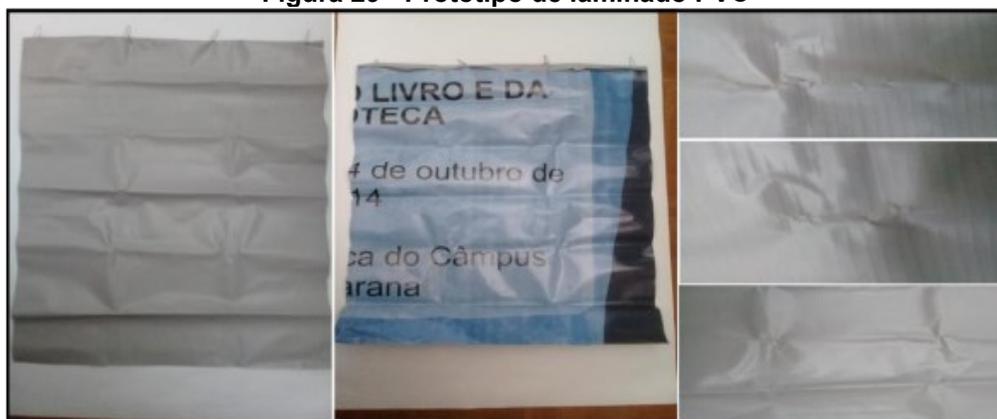
Fonte: Autoria própria (2023)

Na Figura 28 é possível observar as pastilhas de ferrite de cor preta e de neodímio de cor prata. Os testes de acoplamento nas janelas laterais de ônibus não apresentaram resultados satisfatórios, pois ocorreu baixa atração magnética entre o metal do caixilho da janela e os imãs, esse fenômeno pode ser explicado pela composição do material do caixilho da janela, provavelmente alumínio ou liga metálica, material com propriedades paramagnéticas. Halliday, Resnick e Walker (2023) argumentam que nos materiais paramagnéticos, os átomos possuem momentos dipolares magnéticos, mas esses momentos estão orientados aleatoriamente e o momento total é zero, a menos que o material seja submetido a um campo magnético externo, caso em que os momentos dipolares tendem a se alinhar com o campo. Na presença de um campo magnético não uniforme, os materiais paramagnéticos são submetidos a uma força que os aproxima da região em que o campo magnético é mais intenso.

Esse resultado inviabilizou a utilização desse material como mecanismo de acoplamento do protetor corta luz para ônibus. Porém se mostrou eficiente para acoplamento em portas e janelas de veículos de passeio e de residências, conforme será demonstrado posteriormente no presente estudo.

Outra forma de acoplamento analisado foi por ganchos de metal confeccionados com partes de clips para prender papel, utilizando um alicate comum como ferramenta. A partir desse mecanismo de acoplamento foi desenvolvido o primeiro protótipo confeccionado com uma camada de laminado PVC. A Figura 29 - Protótipo de laminado PVC, apresenta o protótipo em seu lado avesso, lado direito e detalhes de danos causados pelos ganchos de metal e dobradura do protótipo.

Figura 29 - Protótipo de laminado PVC



Fonte: Autoria própria (2023)

O mecanismo com ganchos de metal apresentou resultado satisfatório em seu acoplamento a janelas laterais de ônibus. Porém causou danos a estrutura do laminado PVC e pode causar acidente como arranhões na pele de usuários. O laminado PVC apresentou deformações quando dobrados.

Foram desenvolvidos mecanismos de acoplamento por ventosas e clips para prender papel. A partir desses mecanismos de acoplamento foram desenvolvidos os protótipos de tecido plano e malha utilizando clips e ilhós como mecanismo de acoplamento. O protótipo de não-tecido utilizou o mecanismo com ventosas e ilhós como acoplamento. Na Figura 30 - Protótipos com sistema de acoplamento, são apresentados da esquerda para a direita os protótipos de tecido plano, não-tecido, malha e laminado, respectivamente. Todos os protótipos, exceto o confeccionado por laminado PVC utilizaram fita adesiva como borda e dupla camada de tecido, sendo que o lado avesso foi utilizado como lado externo em ambos os lados.

Figura 30 - Protótipos com sistema de acoplamento



Fonte: Autoria própria (2023)

Os protótipos foram testados no interior de um ônibus do transporte coletivo da cidade de Apucarana, em movimento, com os vidros das janelas superiores abertas. Os acoplamentos por ventosas e por clips apresentaram resultados satisfatórios e os materiais têxteis pós-consumo apresentaram resultados satisfatórios no teste de percepção visual do autor em relação ao bloqueio da luz natural. Um ponto negativo dos protótipos confeccionados com as bordas de fita adesiva é o fato de não ser recomendada a lavagem do material, pois a lavagem pode danificar o produto descolando a fita adesiva do material têxtil. Mas é possível higienizar o produto com tecido umedecido.

Os protótipos também foram testados em janelas basculante com armações de alumínio de uma sala de aula, colocados lado a lado, junto a uma cortina de tecido plano de cor azul. Sendo que as janelas estavam com exposição a luz solar e céu claro no momento do teste. A Figura 31 – Teste de acoplamento em janela basculante, apresenta os protótipos acoplados as janelas fechadas.

Figura 31 – Teste de acoplamento em janela basculante



Fonte: Autoria própria (2023)

O teste em janela basculante apresentou resultados satisfatórios para os protótipos em relação ao acoplamento e bloqueio da luz, compatível com o bloqueio da cortina de tecido plano instalada no local. Esse resultado indica que os protótipos também podem ser utilizados em janelas de imóveis com algumas adaptações, principalmente de tamanho.

Um último protótipo foi desenvolvido com duas camadas de laminado PVC, utilizando o lado avesso como lado externo em ambos os lados. Nas bordas utilizou-se fita adesiva, como sistema de acoplamento foi utilizado ilhós e clips e outro sistema na lateral utilizando clips largos de plástico. A Figura 32 - Protótipo dupla camada de laminado PVC, apresenta o protótipo desenvolvido.

Figura 32 - Protótipo dupla camada de laminado PVC



Fonte: Aatoria própria (2023)

O protótipo de laminado, apresentou eficiência no bloqueio da luz, sendo possível utilizar as partes laterais como parte superior aumentando a largura do produto, mas com redução da altura. Como o protótipo com uma camada de laminado apresentou danos quando dobrado, optou-se por utilizar o sistema de enrolamento, conforme apresentado na imagem da direita da Figura 32, esse sistema apresentou resultado satisfatório quanto a eliminação de danos a sua estrutura, porém não satisfaz o requisito de ser um produto portátil, compacto e fácil de transportar.

Após a análise dos resultados obtidos, os materiais mais resistentes a exposição a intempéries foram o tecido plano e o laminado, ambos também apresentaram resultados satisfatórios em relação ao teste de não propagação de chama. Porém, o laminado apresenta deformação e danos a estrutura quando dobrado e o tecido plano obteve resultado satisfatório neste quesito, critério que permite ao protótipo de tecido plano ser mais compacto e portátil. Outro parâmetro importante é a disponibilidade do material pós-consumo para ser reutilizado no protetor corta luz, o tecido plano tem maior disponibilidade porque pode ser encontrado facilmente nas próprias residências dos usuários, o laminado utilizado principalmente em eventos acadêmicos e propaganda são mais raros de serem encontrados, normalmente disponibilizados somente por doações de instituições de ensino.

Pelos motivos citados o protótipo de tecido plano foi o que obteve os melhores resultados, a partir desse protótipo foi elaborado o desenho técnico, ficha técnica, ficha operacional e ficha de custos do produto. O Quadro 9 – Ficha técnica e ficha operacional, apresenta as informações técnicas e operacionais do protótipo desenvolvido com tecido plano e sistema de acoplamento por clips e ventosas.

Quadro 9 – Ficha técnica e ficha operacional

Ficha técnica			
Produto	Protetor corta luz portátil		
Desenho técnico			
Medida padrão	44 cm de largura; 66 cm de comprimento (+- 3 cm)		
Matéria-prima	Composição	Consumo	
Tecido plano tela 1x1	100% poliéster	44x66 cm dupla camada	
Aviamentos	Composição	Consumo	
Fita adesiva	Polietileno, algodão e adesivo	220 cm	
Ilhós	Metal	6 unidades	
Clips para prender papel	Metal	4 unidades	
Ganchos	Plástico	4 unidades	
Ventosa	Plástico	4 unidades	
Ficha operacional			
Sequência operacional	Operação	Ferramenta	Tempo padrão
1	Dobrar tecido em duas camadas		0,05 min
2	Riscar o tecido	Giz, régua e trena	0,67 min
3	Cortar as bordas do tecido	Tesoura	2,00 min
4	Colar a fita adesiva nas 4 bordas		3,00 min
5	Pregar os 6 ilhós	Alicate para ilhós	1,50 min
6	Inserir 4 clips nos ilhós		1,00 min
7	Inserir 4 ganchos de plástico		1,00 min
8	Inserir 4 ventosas		0,70 min
Tempo total			9,92 min

Fonte: Autoria própria (2023)

O Quadro 10 - Ficha de custos, apresenta as informações de custos do protótipo desenvolvido com tecido plano e sistema de acoplamento por clips e ventosas.

Quadro 10 – Ficha de custos

Ficha de Custos		
Material	Consumo	Custo
Tecido plano tela 1x1	88x66 cm	-
Fita adesiva	220 cm	2,20 R\$
Ilhós	6 unidades	1,32 R\$
Clips para prender papel	4 unidades	-
Ganchos	4 ganchos	-
Ventosa	4 ventosas	6,60 R\$
Custo total		10,12 R\$

Fonte: Autoria própria (2023)

Pode-se observar que o protótipo apresentou resultados satisfatórios em relação ao custo final de fabricação, aproximadamente dez reais, utilizando dois modelos de mecanismo para acoplamento. Esse parâmetro pode ser otimizado se a forma de acoplamento for somente por clips, com custo de aproximadamente três reais e cinquenta centavos. O resultado foi influenciado principalmente pela adoção de técnicas e práticas de reutilização de materiais, que eliminaram o custo com a mão de obra e pela utilização de materiais pós-consumo em sua fabricação, reduzindo drasticamente o custo final do produto. Também é possível fabricar um protetor corta luz sem custo, um bom exemplo é o protótipo fabricado com uma camada de laminado PVC pós-consumo e acoplamento por ganchos de metal fabricados com partes de clips para prender papel pós-consumo.

Um parâmetro importante que deve ser observado é não ser possível padronizar o produto e o processo de fabricação, inviabilizando a produção em larga escala. Cada produto será único porque é fabricado artesanalmente e com materiais têxteis pós-consumo que normalmente tem características diferentes, devido à grande variedade de tipos e composição de materiais, estruturas e gramaturas. Porém é possível afirmar que o próprio consumidor tem a capacidade de fabricar o seu acessório com facilidade, satisfazendo o requisito de ser fácil e prático para fabricar.

Após a definição do protótipo, foi desenvolvido um estojo para guardar o protetor corta luz após a utilização. Confeccionado com laminado PVC e linha de

costura 100% poliéster, utilizando a técnica de costura a mão para fechar as laterais do produto. Na Figura 33 – Estojo para guardar o protetor corta luz, é apresentada as etapas para a confecção do produto.

Figura 33 – Estojo para guardar o protetor corta luz



Fonte: Aatoria própria (2023)

Na Figura 33, a imagem superior esquerda apresenta o laminado PVC cortado no tamanho predefinido de 16 x 45 cm, juntamente com a linha e agulha de costura a mão utilizadas na confecção. Na imagem superior direita é possível observar os pontos de costura feitos artesanalmente, sendo utilizado o parâmetro de dois pontos/cm. Na imagem inferior esquerda é apresentado o estojo já confeccionado, utilizando o lado avesso do material como parte externa em ambos os lados e com o protetor corta luz dobrado em seu interior. Na imagem inferior direita é apresentado o estojo fechado com o protetor corta luz em seu interior e o tamanho padrão do estojo é de 15 x 18 cm, porém pode-se reduzir a medida em três centímetros em todos os lados, sendo a medida padrão mínima de 12 x 15 cm. O custo de fabricação foi somente do consumo de linha, aproximadamente dois metros, com custo total de dois

centavos. A técnica de costura a mão pode substituir a utilização da fita adesiva para o fechamento lateral do protetor corta luz, porém necessita-se de habilidade para executar a tarefa, com a vantagem de que o produto pode ser lavado.

O laminado PVC pós-consumo foi selecionado como matéria prima para a confecção do estojo porque diversos estudos utilizaram esse material reaproveitado para confeccionar bolsas, sacolas, estojos e porta-crachá. O estudo realizado por Coutinho, Mariano e Souza (2017) obteve resultados satisfatórios com o reaproveitamento desse material para a confecção desse tipo de acessório. Porém, é possível utilizar tecido plano e outros tipos de materiais para a confecção do estojo.

4.1.7 Teste e avaliação do produto

Após a finalização das fases de planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual e projeto preliminar. Finalizada também a atividade de desenvolvimento dos protótipos e a escolha do protótipo com o melhor desempenho nos parâmetros:

- Durabilidade e resistência a intempéries;
- Não propagação a chamas;
- Portátil, fácil de acoplar a janela e guardar;
- Disponibilidade do material têxtil pós-consumo utilizado;
- Custo de produção;
- Praticidade na fabricação do produto.

Iniciou-se a atividade de teste e avaliação do produto, que compõe a fase de projeto detalhado juntamente com o desenvolvimento do protótipo, com a realização dos testes de bloqueio da intensidade da luz natural e de temperatura na superfície do acento e encosto do banco do ônibus do transporte coletivo com e sem o protótipo acoplado a janela.

Os protótipos foram submetidos a teste de intensidade de luz, utilizando aparelho termo-higro-decibelímetro-luxímetro, marca instrutherm THDL - 400. Aferiu-se a intensidade da luz com e sem os protótipos acoplados a janela por três dias consecutivos, aproximadamente as dezessete horas, com dez aferições por dia com incidência de luz solar e céu claro no momento dos testes. O Quadro 11 – Teste de intensidade de luz (Lux), apresenta os dados obtidos em Lux.

Quadro 11 – Teste de intensidade de luz (Lux)

n	Sem o protótipo	Protótipo de malha	Protótipo de tecido plano	Protótipo de nãotecido	Protótipo de laminado PVC	Protótipo de caixa de leite
1	5080	123	108	307	136	106
2	5210	137	114	294	128	112
3	5040	128	106	301	139	115
4	5090	131	103	306	146	109
5	5430	134	117	328	144	126
6	5820	143	114	325	135	144
7	5320	126	102	318	124	131
8	5170	116	96	303	131	126
9	4840	114	93	285	134	94
10	5040	121	98	292	127	119
11	3330	91	84	174	112	79
12	3390	93	82	172	105	83
13	3750	94	91	215	121	76
14	3270	89	79	217	114	92
15	3480	92	87	231	128	86
16	3910	89	93	204	119	107
17	4140	106	104	228	103	88
18	4410	101	107	267	114	86
19	3890	83	86	177	98	81
20	3910	87	83	193	96	78
21	6010	136	124	361	153	136
22	6340	148	136	357	159	166
23	5910	127	116	353	147	138
24	5730	118	109	335	117	125
25	6140	126	127	346	146	131
26	6470	134	129	363	154	148
27	6260	128	117	368	131	129
28	6070	131	114	343	148	134
29	5890	107	99	311	115	121
30	6120	112	108	352	151	149

Legenda: Azul – Data 07/12/2022

Verde – Data 08/12/2022

Cinza – Data 09/12/2022

Fonte: Autoria própria (2023)

A intensidade de luz, em Lux, foi aferida sobre uma superfície de cor branca de um móvel exposto a incidência de luz solar, absorvido por vidros de uma janela a uma altura de aproximadamente setenta e cinco centímetros entre a superfície e o chão, a distância da superfície do móvel até a janela é de aproximadamente cento e dez centímetros e com o sensor do aparelho na posição horizontal.

Através dos dados coletados, obteve-se a média utilizando a equação:

$$\text{Média} = (\sum N) / n$$

N - Valor da intensidade de luz aferida;

n - Quantidade de aferições.

No Quadro 12 – Média do teste de intensidade de luz (Lux), é apresentado o valor da média dos valores obtidos para cada situação.

Quadro 12 – Média do teste de intensidade de luz (Lux)

Sem o protótipo	Protótipo de malha	Protótipo de tecido plano	Protótipo de não tecido	Protótipo de laminado PVC	Protótipo de caixa de leite
5015,34	115,50	104,20	287,54	129,17	113,84

Fonte: Autoria própria (2023)

Através da média das aferições da intensidade da luz nos protótipos, obteve-se o percentual de redução da intensidade da luz utilizando a equação:

$$\text{PRIL} = [(MSP - MCP) / MSP] * 100$$

PRIL - Percentual de redução da intensidade da luz;

MSP - Média da intensidade da luz sem protótipo;

MCP - Média da intensidade da luz com o protótipo acoplado.

No Quadro 13 – Percentual de redução da intensidade de luz, é apresentado o percentual de redução da intensidade da luz dos protótipos em relação a intensidade de luz sem a utilização dos protótipos.

Quadro 13 – Percentual de redução da intensidade de luz

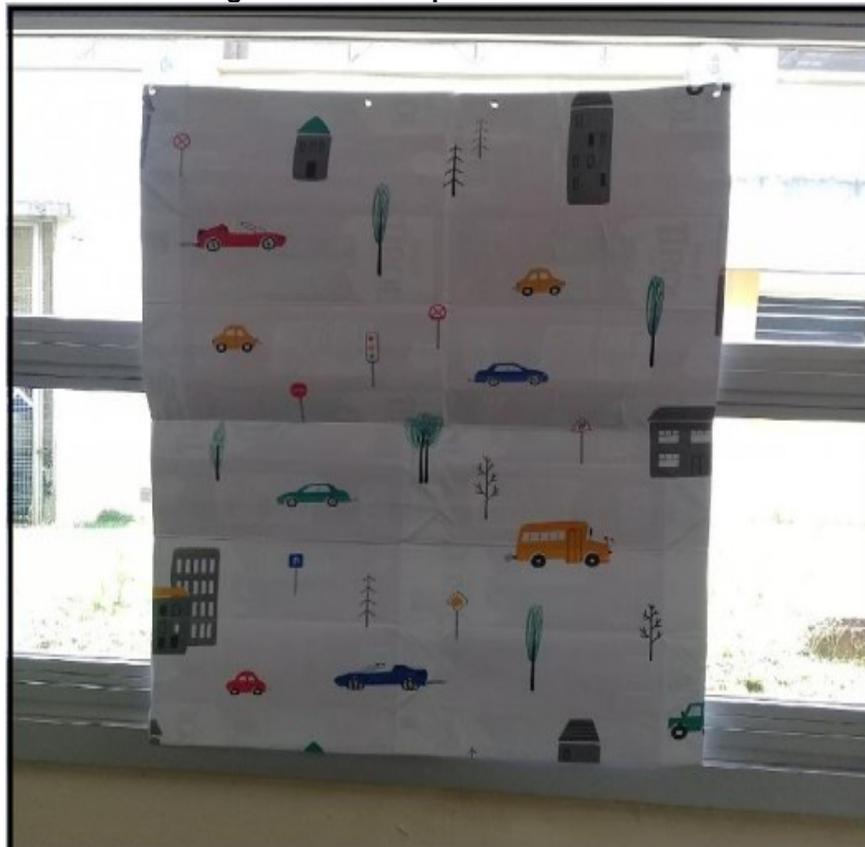
Protótipo de malha	Protótipo de tecido plano	Protótipo de não tecido	Protótipo de laminado PVC	Protótipo de caixa de leite
97,70 %	97,92 %	94,27 %	97,42 %	97,73 %

Fonte: Autoria própria (2023)

Através dos dados apresentados é possível observar que todos os protótipos apresentaram eficiência na redução da intensidade da luz igual ou superior a noventa por cento, considerando uma margem de erro de cinco por cento.

O protótipo confeccionado com embalagem de caixas de leite pós-consumo e sistema de acoplamento por ventosas, que não é classificado como material têxtil, obteve eficiência compatível com os protótipos confeccionados com os materiais têxteis pós-consumo. Esse protótipo foi confeccionado com o objetivo de comparar os materiais têxteis com outro tipo de material, observando que o estudo realizado por Vasconcelos *et. al.* (2010) utilizou caixas de leite pós-consumo para confeccionar um para-sol de para-brisa de veículos de passeio e obteve resultados satisfatórios em relação a redução da temperatura no interior do veículo. A Figura 34 - Protótipo de caixa de leite, apresenta o protótipo de caixa de leite acoplado a janela de uma sala de aula pelo sistema de acoplamento por ventosas.

Figura 34 - Protótipo de caixa de leite



Fonte: Autoria própria (2023)

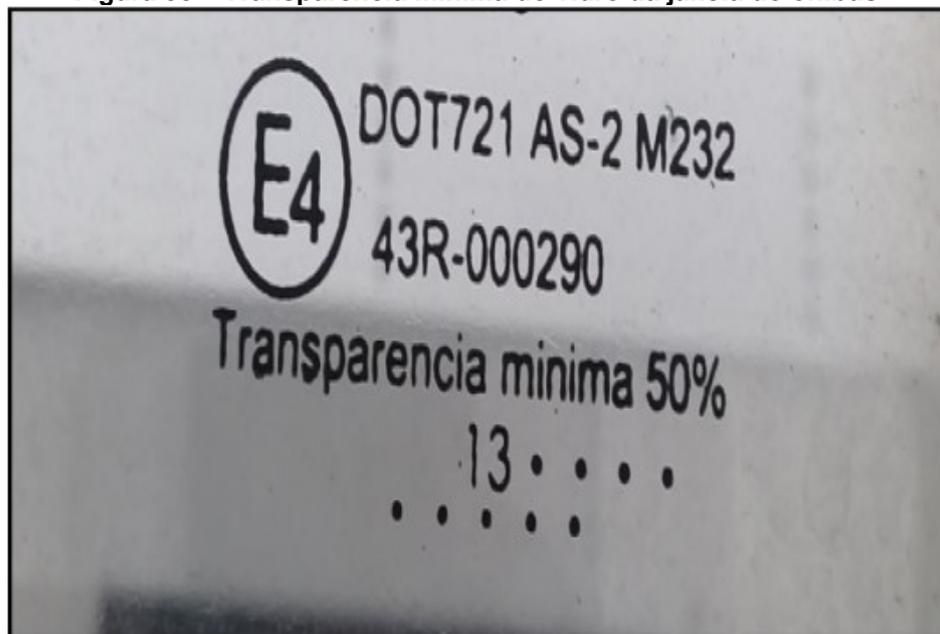
O protótipo confeccionado com não-tecido apresentou a menor eficiência, esse resultado já era esperado porque o não-tecido pós-consumo utilizado possui baixa

gramatura, comparando-o com os outros materiais. Os protótipos confeccionados com tecido plano, malha e nãotecido utilizaram camada dupla e o de laminado PVC e embalagem de caixa de leite uma camada. Esse resultado demonstra que todos os materiais têxteis pós-consumo analisados são eficientes na redução da intensidade da luz natural do sol.

Optou-se por realizar primeiramente o teste com os protótipos em uma janela de imóvel residencial porque dentro dos ônibus ocorrem muita instabilidade e mudança brusca de direção e sentido e o sol se movimenta constantemente, parâmetros que alteram significativamente a quantificação da intensidade da luz.

Após a etapa de aferição da intensidade de luz com e sem os protótipos em uma janela residencial, realizou-se o teste dentro de um ônibus do transporte coletivo, que possuem janelas com transparência mínima de cinquenta por cento. Na Figura 35 – Transparência mínima do vidro da janela do ônibus, é apresentado os dados impressos no vidro da janela referentes a transparência mínima.

Figura 35 – Transparência mínima do vidro da janela do ônibus



Fonte: Aatoria própria (2023)

Realizou-se o teste com o veículo em movimento utilizando o protótipo que obteve o melhor desempenho na etapa anterior, confeccionado com o tecido plano e acoplado a janela pelo sistema desenvolvido com clips de prender papel e utilizando o mesmo equipamento luxímetro THDL - 400 da etapa anterior. A Figura 36 – Teste de bloqueio de luz dentro do ônibus, apresenta a incidência de luz na superfície do

encosto do banco do ônibus com e sem o protetor corta-luz acoplado a janela e aferições utilizando o aparelho luxímetro, foram realizadas três aferições com e sem o acoplamento em um dia de céu claro e incidência de luz solar, com o sensor do aparelho na posição vertical junto a parte superior do encosto do banco, aproximadamente as onze horas.

Figura 36 – Teste de bloqueio de luz dentro do ônibus



Fonte: Autoria própria (2023)

O Quadro 14 – Teste de intensidade de luz no interior do ônibus (Lux), apresenta os dados obtidos em Lux.

Quadro 14 – Teste de intensidade de luz no interior do ônibus (Lux)

Sem o protótipo	Protótipo de tecido plano
5340	85
5630	93
5190	79

Fonte: Autoria própria (2023)

Através dos dados coletados no interior do veículo, obteve-se a média utilizando a equação:

$$\text{Média} = (\sum N) / n$$

N - Valor da intensidade de luz aferida;

n - Quantidade de aferições.

No Quadro 15 – Média do teste intensidade de luz no interior do ônibus (Lux), é apresentado o valor da média dos valores obtidos para cada situação.

Quadro 15 – Média do teste intensidade de luz no interior do ônibus (Lux)

Sem o protótipo	Protótipo de tecido plano
5386,67	85,67

Fonte: Autoria própria (2023)

Através da média das aferições da intensidade da luz nos protótipos, obteve-se o percentual de redução da intensidade da luz utilizando a equação:

$$\text{PRIL} = [(MSP - MCP) / MSP] * 100$$

PRIL - Percentual de redução da intensidade da luz;

MSP - Média da intensidade da luz sem protótipo;

MCP - Média da intensidade da luz com o protótipo acoplado.

No Quadro 16 – Percentual de intensidade da luz no interior do ônibus, é apresentado o percentual de redução da intensidade da luz do protótipo de tecido plano em relação a intensidade de luz sem a utilização do protótipo.

Quadro 16 – Percentual de intensidade da luz dentro do ônibus

Modelo do protótipo	Protótipo de tecido plano
Percentual de redução (%)	98,41 %

Fonte: Autoria própria (2023)

Os resultados indicaram dados compatíveis com os dados obtidos na etapa anterior, com redução de incidência de luz acima de noventa por cento.

De acordo com Longhi e Merino (2020), no campo de pesquisa em conforto térmico, frequentemente os materiais têxteis são citados como uma variável determinante.

Para Pinheiro e Crivelaro (2014), as variáveis do conforto térmico são a temperatura do ar, radiação solar, iluminação natural, velocidade do ar, umidade,

nebulosidade, temperatura radiante e atividade humana. A radiação solar e a temperatura radiante são os principais parâmetros que o protetor corta luz influencia em relação ao conforto térmico.

Longhi e Merino (2020) argumentam que não há um consenso sobre qual é o melhor método de coleta de dados para avaliação de conforto. De acordo com Pinheiro e Crivelaro (2014), a energia radiante é transmitida de uma superfície quente para uma fria por intermédio de ondas eletromagnéticas que, ao atingirem a superfície fria, se transformam em calor. As trocas térmicas por radiação entre a pele e o ambiente dependem da temperatura superficial do corpo, do poder de absorção e da temperatura radiante média do ambiente.

Para verificar se ocorre a redução de temperatura na superfície do acento e encosto do banco do ônibus com a utilização do protetor corta luz, realizou-se teste de temperatura com termômetro digital na superfície do acento e encosto do banco do ônibus, aproximadamente ao meio-dia com o céu claro e temperatura ambiente de 28° C. Na Figura 37 - Teste de temperatura com termômetro digital, é possível observar nas imagens superior e inferior esquerda o teste sendo realizado no encosto do banco sem e com o protetor acoplado a janela, nas imagens ao centro o teste realizado no acento e nas imagens a direita o teste realizado no encosto com o acoplamento por ganchos de plástico com as janelas abertas.

Figura 37 - Teste de temperatura com termômetro digital



Fonte: Autoria própria (2023)

No Quadro 17 – Teste de temperatura no acento com termômetro digital (°C), é apresentado os dados coletados no teste realizado na superfície do acento do banco do ônibus.

Quadro 17 – Teste de temperatura no acento com termômetro digital (°C)

	1ª aferição	2ª aferição	3ª aferição	Média
Sem o protetor acoplado	44,2	46,4	45,9	45,5
Com o protetor acoplado	38,1	37,3	36,5	37,3
Percentual de redução de temperatura (%)	13,80 %	19,61 %	20,48 %	18,02 %

Fonte: Autoria própria (2023)

No Quadro 18 – Teste de temperatura no encosto com termômetro digital (°C), é apresentado os dados coletados no teste realizado na superfície do encosto do banco do ônibus.

Quadro 18 – Teste de temperatura no encosto com termômetro digital (°C)

	1ª aferição	2ª aferição	3ª aferição	Média
Sem o protetor acoplado	35,4	35,8	36,3	35,8
Com o protetor acoplado	35,0	34,9	34,9	34,9
Percentual de redução de temperatura (%)	1,12 %	2,51 %	3,86 %	2,51 %

Fonte: Autoria própria (2023)

Os resultados demonstraram que houve redução de temperatura após a instalação do protetor corta luz na janela, com média de redução de aproximadamente dezoito por cento no acento do banco do ônibus. No encosto do banco não houve alteração significativa de temperatura, porque a incidência de radiação solar no momento do teste estava em um ângulo vertical, com maior incidência de radiação no acento do banco.

Realizou-se teste de temperatura com termômetro infravermelho na superfície do acento e encosto do banco do ônibus, aproximadamente as quinze horas com o céu claro e temperatura ambiente de 32° C. Na Figura 38 - Teste de temperatura com termômetro infravermelho, é possível observar nas imagens superior e inferior esquerda o equipamento utilizado com visão lateral e traseira, nas imagens ao centro o teste sendo realizado no encosto do banco sem e com o protetor acoplado a janela

e nas imagens a direita o teste realizado no acento do banco de um ônibus do transporte coletivo.

Figura 38 - Teste de temperatura com termômetro infravermelho



Fonte: Autoria própria (2023)

No Quadro 19 – Teste de temperatura no acento termômetro infravermelho (°C), é apresentado os dados coletados no teste realizado na superfície do acento do banco do ônibus.

Quadro 19 – Teste de temperatura no acento termômetro infravermelho (°C)

	1ª aferição	2ª aferição	3ª aferição	Média
Sem o protetor acoplado	50,5	47,6	46,2	48,1
Com o protetor acoplado	38,1	40,4	40,3	39,6
Percentual de redução de temperatura (%)	24,55 %	15,12 %	12,77	17,67 %

Fonte: Autoria própria (2023)

No Quadro 20 – Teste de temperatura no encosto termômetro infravermelho (°C), é apresentado os dados coletados no teste realizado na superfície do encosto do banco do ônibus.

Quadro 20 – Teste de temperatura no encosto termômetro infravermelho (°C)

	1ª aferição	2ª aferição	3ª aferição	Média
Sem o protetor acoplado	50,5	55,7	55,7	53,97
Com o protetor acoplado	38,1	38,1	38,8	38,33
Percentual de redução de temperatura (%)	24,55 %	31,60 %	30,34 %	28,97 %

Fonte: Aatoria própria (2023)

Os resultados demonstraram que houve redução de temperatura na superfície após a instalação do protetor corta luz na janela, com média de redução de aproximadamente dezoito por cento no acento e de aproximadamente vinte e nove por cento no encosto do banco do ônibus. No momento do teste a radiação solar estava em um ângulo horizontal com maior incidência de radiação no encosto do banco.

Os resultados apontam redução de temperatura na superfície do banco do ônibus após a instalação do protetor corta luz na janela, o que demonstra a redução de calor na superfície e conseqüentemente a melhoria do conforto térmico no local.

Realizou-se teste visual no interior de um ônibus, com o veículo em movimento, com e sem o protótipo acoplado a janela. Para esse teste utilizou-se o protótipo de tecido plano, que obteve os melhores resultados na maioria dos requisitos e também o protótipo de nãotecido, que obteve os piores resultados entre os materiais analisados. A Figura 39 – Teste visual no interior do ônibus, apresenta a incidência de luz no encosto do banco com e sem o acessório acoplado a janela.

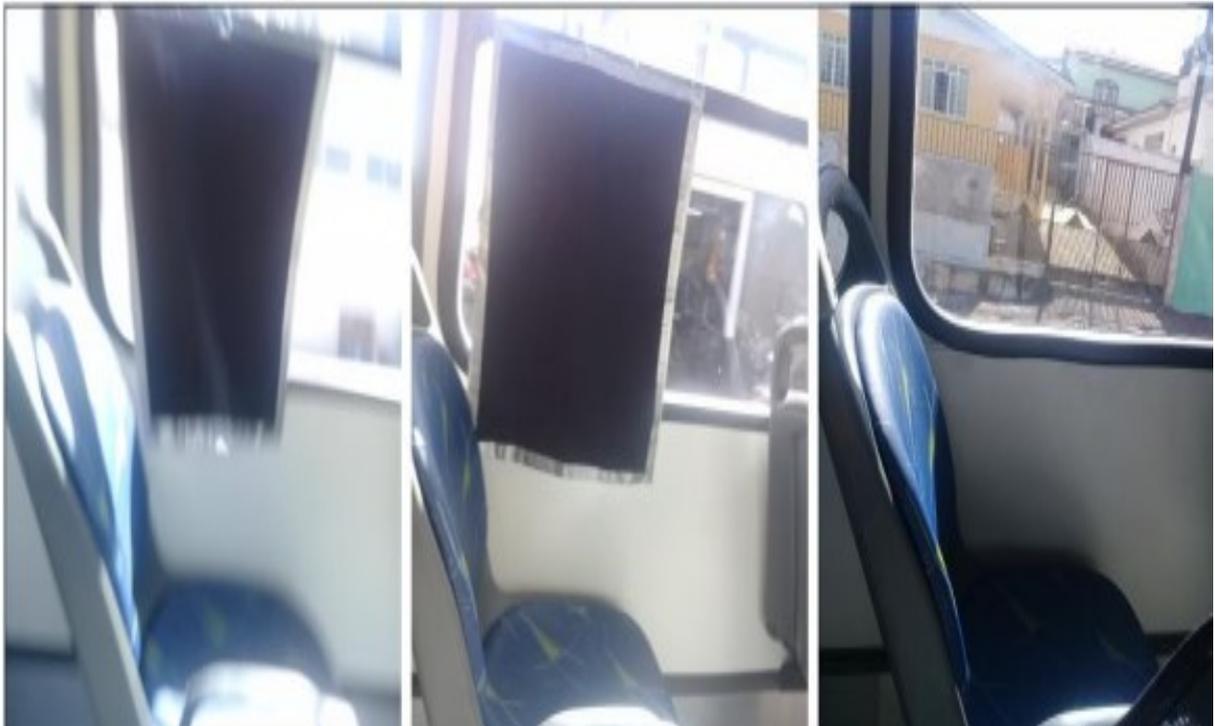
Figura 39 – Teste visual no interior do ônibus

Fonte: Aatoria própria (2023)

Na Figura 39, as duas imagens da direita apresentam a incidência de luz com e sem o protetor corta luz de tecido plano acoplado a janela, as duas imagens da esquerda apresentam a incidência de luz com e sem o protetor corta luz de nãotecido acoplado a janela. Pelas imagens é possível observar que houve redução de incidência de luz em ambos os casos, porém fatores como a posição do sol e do veículo influenciam diretamente na eficiência do bloqueio. Petersen, Sack e Gabler (2014) argumentam que duas importantes influências resultam dos movimentos da Terra de rotação ao redor do seu eixo e de translação ao redor do Sol, que afetam a duração do dia e o ângulo de incidência dos raios solares. A duração do dia controla a incidência da radiação solar, e o ângulo de incidência dos raios do sol afeta a intensidade da radiação solar recebida. Juntas, a intensidade e a duração de radiação são os principais fatores que afetam a insolação recebida em qualquer local na superfície do planeta.

Em algumas situações o protetor corta luz não consegue bloquear a luz solar. Na Figura 40 - Influência da posição do sol na eficiência do produto, é possível observar que os fatores posição do sol e do veículo influenciam diretamente na eficiência do bloqueio da luz com o acessório acoplado a janela.

Figura 40 - Influência da posição do sol na eficiência do produto

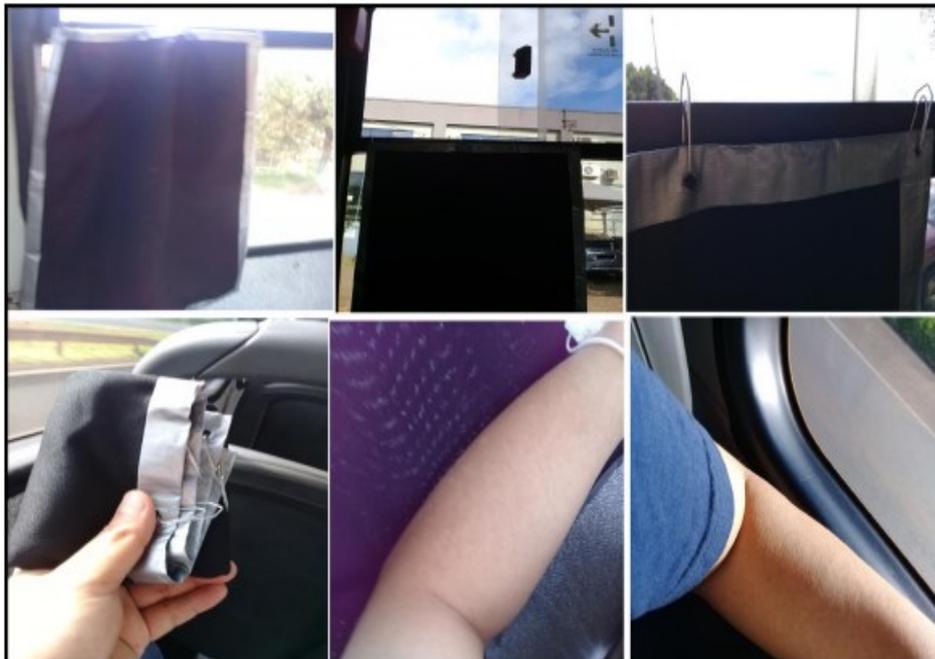


Fonte: Autoria própria (2023)

Na Figura 40, a imagem a esquerda apresenta o protetor corta luz acoplado a janela e é possível observar que devido a posição do sol e do veículo não houve o bloqueio da luz no encosto do banco porque o sol estava posicionado em um ângulo vertical desfavorável, na imagem ao centro houve o bloqueio da luz porque o sol estava posicionado de frente com janela lateral e em um ângulo horizontal e na imagem a esquerda é possível observar a incidência de luz no encosto do banco sem o acessório acoplado. Petersen, Sack e Gabler (2014) argumentam que a energia solar que incide em um local quase verticalmente é mais intensa e se espalha melhor em uma área menor quando comparada à mesma quantidade que incide na superfície em um ângulo oblíquo.

Na Figura 41 – Testes no interior do veículo em movimento, é possível observar que o teste de acoplamento com clips para prender papel no interior do veículo em movimento demonstrou que o sistema é eficiente, mesmo que o vidro da janela da parte superior esteja aberto. O protótipo de tecido plano satisfaz o requisito de ser portátil, prático de acoplar a janela e fácil de guardar. Em situações normais o bloqueio da luz é eficiente.

Figura 41 – Testes no interior do veículo em movimento



Fonte: Aatoria própria (2023)

Na Figura 41, as imagens da parte superior apresentam o protótipo de tecido plano acoplado a janela lateral do ônibus pelo sistema desenvolvido com clips para

prender papel, na imagem inferior esquerda é possível observar que o acessório é prático para dobrar e guardar. Nas imagens inferiores no centro e a direita é possível observar a incidência de luz no braço esquerdo do autor com e sem o acessório acoplado.

Na Figura 42 – Teste de acoplamento em portas e janelas de imóveis, é apresentado os protótipos acoplados a portas e janelas de imóveis.

Figura 42 – Teste de acoplamento em portas e janelas de imóveis

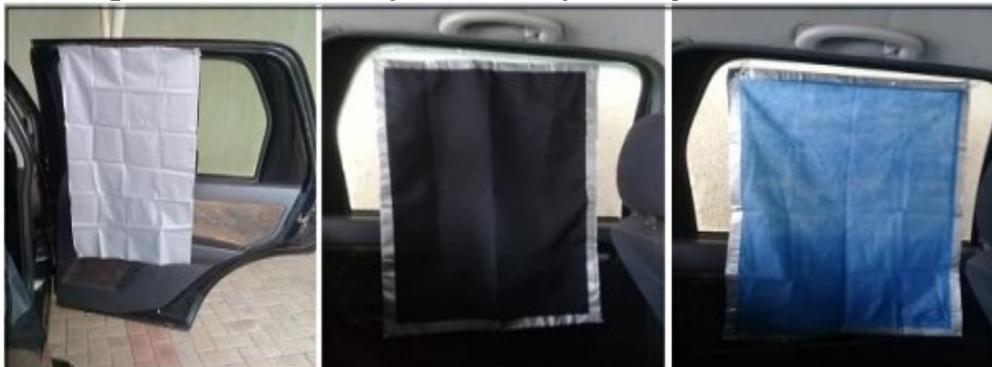


Fonte: Autoria própria (2023)

Na Figura 42, a imagem a esquerda é possível observar o sistema de acoplamento por ventosas instalada em uma porta de vidro de um imóvel, ao centro o sistema de acoplamento por ímãs magnéticos em uma porta de aço e a direita o sistema de acoplamento por clips em uma janela tipo basculante com o quadro de alumínio.

Na Figura 43 - Teste de acoplamento em portas e janelas de veículos, é apresentado os protótipos acoplados a porta e janela lateral traseira de um veículo de passeio.

Figura 43 - Teste de acoplamento em portas e janelas de veículos



Fonte: Autoria própria (2023)

Na Figura 43, a imagem a esquerda é possível observar o sistema de acoplamento por ímãs magnéticos instalada na porta de um veículo, ao centro o sistema de acoplamento por clips para prender papel no vidro da janela e a direita o sistema de acoplamento por ventosas acoplada ao vidro da janela do veículo de passeio.

Na Figura 44 - Adaptações em portas e janelas de imóveis e veículos, é possível observar adaptações na porta de uma guarita de vigilância e no para-brisas de um veículo de passeio para bloquear a luz solar.

Figura 44 - Adaptações em portas e janelas de imóveis e veículos



Fonte: Aatoria própria (2023)

A partir do teste em portas e janelas de imóveis e veículos de passeio percebe-se que os sistemas de acoplamento desenvolvidos apresentaram resultados satisfatórios e é possível adaptar o protetor corta luz para esses ambientes com algumas adequações.

Back *et. al.* (2008) argumentam que a competitividade dos produtos na atualidade depende de fatores como escopo, custo, tempo e qualidade do produto, de modo a atender os desejos e necessidades dos clientes através do produto desenvolvido.

Pelos resultados apresentados no presente estudo é possível observar que pelo fato do protetor corta luz ser um acessório destinado a proteção individual e conseguir diminuir parcialmente o desconforto causado pela exposição a luz solar, o ideal é a utilização de sistemas de proteção coletiva com sistema de ar-condicionado e cortinas instaladas em todas as janelas laterais do ônibus, como os sistemas utilizados nos ônibus de viagem.

4.1.8 Destinação dos resíduos pós-consumo

Schulte, Almeida e Salinas (2017) argumentam que a ampliação do tempo de vida dos produtos, ao máximo, contribui para a sustentabilidade e quando os produtos forem descartados é preciso que sejam reutilizados, ou reciclados para se tornar matéria-prima para novos produtos. Rozenfeld *et. al.* (2006) argumentam que vários são os requisitos relacionados aos recursos. Os requisitos de custo estão relacionados aos custos de capital e aos custos do ciclo de vida. Requisitos relacionados às normas e ao meio ambiente são outros exemplos de requisitos ligados aos recursos. É extremamente importante que se identifique os requisitos ambientais, considerando no projeto o impacto do produto durante a produção, uso e retirada.

Os banners confeccionados com laminado PVC possuem duas varetas de madeira, um cordão para o acoplamento do banner e proteções de plástico acopladas às extremidades das varetas, sendo esses resíduos pós-consumo gerados com o descarte do produto. A Figura 45 – Varetas para banner de laminado PVC, apresenta a haste e seus componentes.

Figura 45 – Varetas para banner de laminado PVC



Fonte: Autoria própria (2023)

As varetas e seus componentes podem ser reutilizados para a mesma finalidade pelas gráficas que confeccionam os banners. O laminado após a utilização

pode ser reciclado e na impossibilidade de reciclar, deve ser destinado a uma empresa especializada no tratamento de resíduos.

A fita adesiva não pode ser reciclada, por possuir componentes tóxicos em sua composição deve ser destinado a uma empresa especializada em tratamento de resíduos.

O não tecido normalmente pode ser reciclado e na impossibilidade da reciclagem o ideal é o resíduo ser destinado a uma empresa especializada em tratamento de resíduos.

Os tecidos plano, malha e a linha após o consumo podem ser desfibrados e reutilizados como enchimento de almofadas e outros produtos similares, também podem ser reciclados e transformados em fios novamente. Quando não é possível reaproveitar o material o ideal é o resíduo ser destinado a uma empresa especializada em tratamento de resíduos, porém o que acontece normalmente é o descarte como lixo comum, contaminando o solo. A Figura 46 – Tecido desfibrado, apresenta partes do tecido plano reutilizado na confecção do protetor corta luz desfibrado.

Figura 46 – Tecido desfibrado



Fonte: Autoria própria (2023)

As partes de metal como ilhós e clips para prender papel podem ser reciclados e transformados em novos produtos. As partes de plástico como ventosas, ganchos e clips de plástico também podem ser reciclados. Porém, por não existir um sistema de coleta eficiente para esses materiais, normalmente são destinados ao lixo comum.

De acordo com Lazzarotto (2020), ressignificar o resíduo como matéria-prima gera a possibilidade de ressignificarmos a forma como lidamos com o lixo, conseqüentemente, como e o que consumimos.

5 CONCLUSÃO

A reutilização e reaproveitamento de materiais têxteis pós-consumo, através do desenvolvimento de novos produtos, adotado no presente estudo, se mostra uma alternativa eficaz para a minimização da geração e destinação incorreta de resíduos, porque aumenta o ciclo de vida de materiais que seriam descartados.

O reaproveitamento dos materiais e as práticas de reutilização são oportunidades que se mostram economicamente viáveis, porque utilizam matéria-prima barata, na maioria dos casos sem custos e elimina o custo com a mão de obra. Através do desenvolvimento do protetor corta luz verifica-se que é possível o próprio usuário confeccionar o produto e utilizar material têxtil pós-consumo como matéria-prima.

O desenvolvimento de produtos destinados a melhoria da qualidade de vida da população, aliado a iniciativas que visam a redução da geração de resíduos e ambientalmente corretas são soluções necessárias e urgentes. O desenvolvimento do protetor corta luz portátil demonstra que é possível reutilizar materiais e produzir com qualidade, eficiência e custos reduzidos, melhorando a qualidade de vida de usuários de ônibus do transporte coletivo.

5.1 Recomendações para estudos futuros

Estudos futuros podem desenvolver produtos como cortinas para interiores, para-sol de para-brisas e protetor solar para janelas laterais de veículos de passeio, utilizando materiais têxteis pós-consumo reciclados ou reutilizados e o laminado PVC, utilizado em banners de apresentações em eventos acadêmicos podem apresentar bons resultados, por ter um ciclo de vida curto.

Técnicas e práticas de reutilização de materiais, como o *upcycling* e DIY, citadas no referencial teórico deste estudo, podem ser desenvolvidas em projetos de extensão de universidades para ensinar pessoas de baixa renda a fabricar o protetor corta luz.

O desenvolvimento de um sistema de proteção coletiva para bloquear a luz solar em ônibus do transporte coletivo, com a fabricação e instalação de cortinas confeccionadas com materiais reaproveitados pode ser um interessante tema de estudo.

Estudos relacionados ao reaproveitamento de materiais têxteis pós-consumo, utilizando a técnica de reciclagem, podem desenvolver materiais ecologicamente corretos para a fabricação em larga escala do protetor corta luz pela indústria, permitindo a padronização dos materiais e do processo de fabricação.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10591**: materiais têxteis: determinação de gramatura de superfícies têxteis. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13370**: não tecidos: terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13538**: material têxtil: análise qualitativa. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

ALBUQUERQUE, C. O. **Desenvolvimento de produto e coleção**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2021.

AZEVEDO, L. Cuidado com o Sol! 7 bons protetores solares de janela de carro. **Vitrine metrópoles**, 2022. Disponível em: <https://www.metropoles.com/vitrine-m/cuidado-com-o-sol-7-bons-protetores-solares-de-janela-de-carro>. Acesso em: 01 out. 2022.

BACK, N. *et al.* **Projeto integrado de produtos**: planejamento, concepção e modelagem. São Paulo: Manole, 2008.

BARBOSA FILHO, A. N. **Projeto e desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Atlas, 2009.

BAXTER, M. **Projeto de produto**: guia prático para o design de novos produtos. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

BRASIL. **Lei n. 9.503, de 23 de setembro de 1997**. Institui o código de trânsito brasileiro. Brasília: Casa Civil, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503compilado.htm. Acesso em: 30 out. 2022.

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Política nacional de resíduos sólidos. Brasília: Casa Civil, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 01 out. 2022.

BRASIL. **Projeto de lei PL 270/2022**. Institui o sistema nacional de logística reversa de resíduos têxteis após o descarte. Brasília: Câmara dos Deputados, 2022. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2314561>. Acesso em: 30 out. 2022.

CÂMERA, R. Você sabe o que é DIY?. **Blog fazedores**, 2017. Disponível em: <https://blog.fazedores.com/voce-sabe-o-que-e-diy/>. Acesso em: 28 out. 2022.

COUTINHO, L. D.; MARIANO, I. P.; SOUZA, F. A. Reaproveitamento de banners na confecção de produtos sustentáveis. **5º Congresso científico moda e têxtil**. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://proceedings.science/contextmod/contextmod-2017/trabalhos/reaproveitamento-de-banners-na-confeccao-de-produtos-sustentaveis?lang=pt-br>. Acesso em: 28 out. 2022.

CRAWFORD, M.; BENEDETTO, A. D. **Gestão de novos produtos**. 11 ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

CUNHA, I. A. *et. al.* NHO 11: Procedimento técnico: avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos de trabalho. **Norma de higiene ocupacional**. FUNDACENTRO: São Paulo, 2018. Disponível em: http://arquivosbiblioteca.fundacentro.gov.br/exlibris/aleph/a23_1/apache_media/33PMBTUV2X3HFYSPGQFENQ6VSHA35H.pdf. Acesso em: 21 fev. 2023.

DIAS, R. **Gestão ambiental**: responsabilidade social e sustentabilidade. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2004.

ECYCLE. **Upcycling**: o que é e como aderir à ideia. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/upcycling-upcycle/>. Acesso em 01 out. 2022.

FIGUEIREDO, A. C. C. **Materiais e sistemas**: superfícies, tecidos e elementos. São Paulo: Saraiva, 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOMES FILHO, J. **Ergonomia do objeto**: sistema técnico de leitura ergonômica. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2010.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**: Eletromagnetismo. Volume 3. 12 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2023.

LAZZAROTTO, A. Economia circular: resíduos se transformam em matéria-prima!. **Autossustentável**, 2020. Disponível em: <https://autossustentavel.com/2020/12/economia-circular-residuos-se-transformam-em-materia-prima.html>. Acesso em: 14 mar. 2023.

LEITE, P. R. **Logística reversa**. 1.ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

LOBO, R. N.; LIMEIRA, E. T. N. P.; MARQUES, R. M. **Fundamentos da tecnologia têxtil**: da concepção da fibra ao processo de estamparia. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

LONGHI, T. C.; MERINO, E. A. D.; Teste de percepção tátil e térmica com materiais têxteis utilizados em uniformes. V. 13, N. 28, p. 99–129. Florianópolis: **Modapalavra**.

2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5965/1982615x13272020099>. Acesso em: 14 abr. 2023.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2021.

MOREIRA, M. N. P. **Revestimento têxtil hot melt com polímeros termoplásticos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química. Universidade do Porto, 2017. Disponível em: https://sigarra.up.pt/feup/en/pub_geral.show_file?pi_doc_id=84822. Acesso em: 28 out. 2022.

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística básica**. 9 ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

MREVIEWS. Top 10 melhores protetor solar para automóvel de 2022. **Mreviews**, 2022. Disponível em: <https://www.mreviews.com.br/1434/top-10-melhores-protetor-solar-para-automovel-de-2022>. Acesso em 01 out. 2022.

NASCIMENTO, L. P. D. **Elaboração de projetos de pesquisa**: monografia, dissertação, tese e estudo de caso, com base em metodologia científica. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

PASSAGEIRO usa sombrinha dentro de ônibus para se proteger do sol em MT. Cuiabá: G1 MT, 2014. Disponível em: <https://g1.globo.com/mato-grosso/noticia/2014/10/passageiro-usa-sombrinha-dentro-de-onibus-para-se-protoger-do-sol-em-mt.html#:~:text=Passageiro%20usa%20sombrinha%20dentro%20de,em%20MT%20%7C%20Mato%20Grosso%20%7C%20G1&text=Flagrante%20ocorreu%20dentro%20de%20%C3%B4nibus,mato%2Dgrossense%20tem%20elevado%20temperatura>. Acesso em: 10 set. 2022.

PASSAGEIROS sofrem com calor nos pontos e dentro dos ônibus de Maceió. Maceió: G1 AL, 2014. Disponível em: <https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2014/12/maceioenses-sofrem-com-forte-calor-em-pontos-de-onibus-e-coletivos.html>. Acesso em: 03 set. 2022.

PEREIRA, A. C.; SILVA, G. Z.; CARBONARI, M. E. E. **Sustentabilidade, responsabilidade social e meio ambiente**. São Paulo: Saraiva, 2011.

PEREIRA, A. L. *et al.* **Logística reversa e sustentabilidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

PEREIRA, J. M. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. 4. ed. São Paulo: GEN, 2016.

PETERSEN, J. F.; SACK, D.; GABLER, R. E. **Fundamentos de geografia física**: tradução da 1ª edição norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

PEZZOLO, D. B. **Tecidos**: história, tramas, tipos e usos. 3. ed. São Paulo: Senac, 2007.

PINHEIRO, A. C. F. B.; CRIVELARO, M. **Conforto Ambiental**: iluminação, cores, ergonomia, paisagismo e critérios para projetos. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

- POERNER, B. *Upcycling*. **Elle Brasil**, 2021. Disponível em: <https://elle.com.br/moda/o-upcycling-esta-na-moda->. Acesso em 01 out. 2022.
- PUENTE, B. Brasil descarta mais de 4 milhões de toneladas de resíduos têxteis por ano. Rio de Janeiro: **CNN**, 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/brasil-descarta-mais-de-4-milhoes-de-toneladas-de-residuos-texteis-por-ano/>. Acesso em: 03 set. 2022.
- RIBEIRO, F. I. V. C. **Desenvolvimento de soluções biodegradáveis para fins publicitários e arquitetura têxtil**. Tese de Doutorado em Engenharia Têxtil. Universidade do Minho, 2011. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/19739?mode=full>. Acesso em: 28 de out. 2022.
- ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; CARLOS, V. M. **Meio Ambiente e sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- ROZENFELD, H. *et al.* **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para melhoria do processo. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2006.
- SANTOS, C. N.; PEREIRA, A.F.; VENANCIO, E. A. A gestão do design na reutilização de resíduos têxteis da indústria de confecção e vestuário da cidade de Cianorte para o desenvolvimento de produtos para fins automotivos. **XXVII Simpósio de engenharia de produção**. Bauru, 2020. Disponível em: https://simpep.feb.unesp.br/abrir_arquivo_pdf.php?tipo=artigo&evento=15&art=870&cad=38272&opcao=com_id. Acesso em: 28 de out. 2022.
- SANTOS, N.G. *et al.* Um estudo sobre reciclagem e reutilização de resíduos têxteis descartados da indústria de vestuário. **IX ENSUS – Encontro de sustentabilidade em projeto**. Florianópolis: UFSC, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/228922/VOLUME%20II%20--471483.pdfsequence=1&isAllowed=y#:~:text=O%20estudo%20indica%2C%20portanto%2C%20uma,e%20nem%20t%C3%A9cnicas%20de%20reciclagem>. Acesso em: 28 de out. 2022.
- SCHULTE, N.; ALMEIDA, V.V.; SALINAS, B.L. Resíduo têxtil: matéria-prima para produtos de economia solidária. **Mix sustentável**, V. 3, N. 1, pg. 6 - 72, 2017. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/1798>. Acesso em: 14 mar. 2023.
- SENAI. **Malharia**. São Paulo: Senai, 2015b.
- SENAI. **Processos produtivos têxteis**. São Paulo: Senai, 2016.
- SENAI. **Tecnologia dos processos têxteis**. São Paulo: Senai, 2015a.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.
- SILVA, J. S. F.; BERTELLI, A. L. G.; SILVEIRA, J. F. **Estatística**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.
- UAU. O que é DIY: entenda como surgiu e como aplicar o conceito. **Blog uau**. Disponível em: <https://uauimpeza.com.br/blog/diy/>. Acesso em: 01 out. 2022.

VASCONCELOS, D. V. *et al.* Projeto de para-sol com embalagens tetra pak. Volta Redonda: **Cadernos unifoa**, ano V, 12.ed. 2010. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/cadernos/article/view/993/882>. Acesso em: 28 out. 2022.

VASCONCELOS, J. V. B. V. **Estudo de soluções de baixo impacto ambiental para revestimento têxtil**. Tese de Mestrado Engenharia de Polímeros, Universidade do Minho, 2013. Disponível em: http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/30366/1/TESE_JOANA%20VASCONCELOS_2013.pdf. Acesso em: 28 out. 2022.

ZAVILENSKI, A. I. *et al.* Reaproveitamento de resíduos sólidos têxteis para a confecção de jogos educativos. **Sei/Sisite**. Pato Branco, 2019. Disponível em: <https://eventos.utfpr.edu.br//sei/sei2019/paper/viewFile/5485/1143>. Acesso em: 28 out. 2022.

APÊNDICE A - Questionário de pesquisa

QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO SOBRE O PROTETOR CORTA LUZ PORTÁTIL

Esse questionário é uma pesquisa de opinião, sem coleta de dados pessoais do entrevistado, com perguntas de múltipla escolha, simples e diretas, sobre a aceitação e requisitos do produto, necessidades do público-alvo, rejeição a utilização de materiais pós-consumo na confecção do produto, importância da redução e reutilização de resíduos sólidos.

1) Quantos dias por semana você utiliza o ônibus do transporte coletivo?

- 1 dia;
- De 2 a 3 dias;
- De 4 a 5 dias;
- De 6 a 7 dias;
- Não utilizo o ônibus do transporte coletivo.

2) Quantas horas por dia você utiliza o ônibus do transporte coletivo?

- Entre 20 a 30 minutos por dia;
- Entre 30 minutos a 1 hora por dia;
- Entre 1 a 2 horas por dia;
- Mais de 2 horas por dia;
- Não utilizo o ônibus do transporte coletivo.

3) Quando você utiliza ônibus, a luz natural do sol incomoda e causa desconforto no trajeto?

- Sim;
- As vezes;
- Não.

4) Qual desconforto é causado pela luz do sol durante o trajeto?

- Desconforto visual, reflexo, dificuldade de enxergar e visualizar a tela do celular;
- Desconforto térmico, calor;

- () As duas alternativas anteriores;
- () A luz solar não me incomoda durante o trajeto;
- () Outros.

5) Você utilizaria um acessório que acoplado a janela do ônibus bloqueia a luz do sol, confeccionado com resíduos têxteis pós-consumo?

- () Sim;
- () Talvez;
- () Não;
- () Já utilizo esse tipo de produto ou produto similar;
- () Utilizo a mão ou outros objetos para me proteger do sol durante o trajeto;

6) Qual característica você considera importante em um produto que bloqueia a luz solar no interior de um veículo?

- () Portátil, prático para acoplar na janela e guardar;
- () Bloquear a luz do sol com eficiência;
- () Ser um produto ecologicamente correto;
- () Baixo custo de aquisição;
- () Todas as alternativas anteriores;
- () Outros. _____

7) Você acha importante iniciativas com o objetivo de diminuir a quantidade de resíduos?

- () Sim;
- () Não.

8) Você gostaria de fabricar seu próprio acessório para bloquear a luz do sol utilizando materiais reciclados?

- () Sim;
- () Talvez;
- () Não.

APÊNDICE B – Instruções para fabricar o produto

INSTRUÇÕES PARA FABRICAR O PRODUTO

O protetor corta luz portátil foi desenvolvido para ser fácil e prático para fabricar e que possa ser confeccionado pelo próprio consumidor. A seguir são apresentados os materiais, ferramentas, instruções para a fabricação e uso do produto.

Os materiais necessários são:

1. Tecido, de preferência pós-consumo e com um de seus lados (direito ou avesso) sem danos estruturais e sem desbotamento de cor. O material indicado para a fabricação deve ter fibras sintéticas em sua composição (Poliéster ou poliamida) e não é recomendado o uso de material flexível e elástico. O material deve ter dimensões de 88x66 cm (+- 3 cm) ou duas partes de 44x66 cm (+- 3 cm);
2. Fita adesiva (Silver tape), largura de 45mm e aproximadamente 2,2 metros de comprimento;
3. Ilhós de metal, 6 mm de diâmetro, 6 unidades;
4. Clips para prender papel, tamanho médio, 4 unidades. Pode ser substituído por ganchos de plástico de tamanho médio e/ou ventosas de plástico com gancho acoplado (40 mm de diâmetro).

As ferramentas necessárias são:

1. Giz para riscar o tecido;
2. Fita métrica ou trena para definir as medidas;
3. Régua grande ou similar para ser utilizado como gabarito para riscar o tecido;
4. Tesoura para cortar as bordas do tecido e a fita adesiva;
5. Alicates para colocar ilhós;

Instruções para a fabricação:

1. Analisar o tecido, deve-se utilizar o lado com danos e desbotamento como lado interno, porque serão utilizadas duas camadas de tecido;

2. Riscar o tecido com dimensões de 88x66 cm (+- 3 cm) ou duas partes de 44x66 cm (+- 3 cm);
3. Cortar o tecido;
4. Caso o tecido seja cortado com dimensões de 88x66 cm (+- 3 cm), deve-se dobrar o tecido ao meio com tamanho de 44x66cm, com o lado danificado e desbotado do tecido na parte interna. Caso se opte por utilizar duas partes de tecido 44x66 cm (+- 3 cm), deve-se sobrepor as duas camadas de tecido com o lado danificado na parte interna;
5. Vedar as bordas com fita adesiva, sendo que a fita deve ser colada primeiramente em um dos lados utilizando aproximadamente metade da largura da fita (22,5 mm) e após colar a outra metade da fita dobrada do outro lado, cortar no tamanho do tecido. Fazer esse procedimento nos quatro lados;
6. Marcar sobre a fita adesiva em um dos lados de 44 cm, aproximadamente em 1,2 cm de altura da borda e 2 cm da largura da borda em ambos os lados e no lado oposto do produto. Após, em um dos lados marcar aproximadamente em 1,2 cm de altura e 15 cm de cada borda;
7. Inserir os seis ilhós sobre as marcas, utilizando o alicate de colocar ilhós;
8. Inserir os quatro clips para prender papel, ganchos de plástico ou ventosas por dentro do orifício dos ilhós
9. Dobrar o produto com cuidado, pode-se dobrar em quatro partes na largura e depois mais quatro vezes na altura.

Instruções de uso:

1. O produto foi desenvolvido para ser acoplado a janela lateral dos ônibus do transporte coletivo. Caso o sistema de acoplamento seja por clips para prender papel ou ganchos de plástico, deve-se encaixá-los na divisória de metal entre o vidro da parte superior e inferior, caso seja utilizado ventosas deve-se acoplar as ventosas diretamente no vidro da janela;
2. Para retirar o acessório da janela basta soltar os clips, ganchos ou ventosas;
3. Não é aconselhada a lavagem porque pode danificar o produto, descolando as bordas. Porém, pode-se higienizar o acessório utilizando tecido umedecido ou esponja.