



Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Faculdade de Arquitetura

Curso de Design de Produto

NATÁLIA MOSMANN DAMETTO

**REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DO PROCESSO DE LAMINAÇÃO DE FOTOGRAFIAS
NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS**

Porto Alegre

2015

NATÁLIA MOSMANN DAMETTO

**REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DO PROCESSO DE LAMINAÇÃO DE FOTOGRAFIAS
NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Design de Produto, da Faculdade de Arquitetura, como requisito para a obtenção do título de Designer.

Orientadora: Prof. Cíntia Cristiane Petry Mazzaferro

Porto Alegre

2015

NATÁLIA MOSMANN DAMETTO

**REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DO PROCESSO DE LAMINAÇÃO DE FOTOGRAFIAS
NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Design de Produto, da Faculdade de Arquitetura, como requisito para a obtenção do título de Designer.

Orientadora: Prof. Cíntia Cristiane Petry Mazzaferro

Prof. Fábio Teixeira

Prof. Fernando Batista Bruno

Prof. José Antonio Meira da Rocha

Porto Alegre

2015

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à minha professora orientadora, Cíntia Mazzaferro, pela disponibilidade, paciência e apoio. Por sempre ser absolutamente querida e compreensiva, ajudar de todas as formas possíveis, e ainda ficar animada com o projeto, junto a mim! Durante a faculdade já havia sido uma das melhores professoras, e não poderia haver escolha melhor para professora orientadora desse trabalho.

Agradeço à minha mãe, Eliane Mosmann, por sempre se interessar em meus projetos, e ajudar muito criando nomes! E agradeço ao meu pai, Carlos Alberto Dametto, pelo apoio e por não se importar com os testes e experimentos realizados em sua empresa.

Agradeço aos amigos pelo apoio e incentivo, em especial aos amigos do Design, que muitas vezes esclareceram (ou compartilharam) dúvidas sobre as burocracias de um trabalho de conclusão. E um agradecimento especial ao meu namorado, Inácio Sangalli, pela paciência, pelos cafés preparados com carinho e por estar sempre ao meu lado.

Agradeço também aos funcionários da empresa Cadcolor, que ajudaram no recolhimento do material utilizado e em outras tarefas ao longo do trabalho. E por fim agradeço à instituição da UFRGS, por me proporcionar ensino público de qualidade, e a seus funcionários, por tornarem isso possível.

.

RESUMO

Tendo em vista que um dos maiores problemas ecológicos mundiais da atualidade é a quantidade de lixo gerado pela sociedade, esse trabalho utiliza os conhecimentos de design de produtos no desenvolvimento uma série de seis luminárias a partir da reutilização de materiais descartados do processo de termolaminação de fotos, realizado em uma empresa do ramo da fotografia. Para isso, foi feita revisão teórica sobre os princípios de ecodesign e sustentabilidade, o material-resíduo em questão, e processos de produção com possibilidade de aplicação no projeto. O material-resíduo, formado por duas camadas de Poli(Tereftalato de Etileno) - mais conhecido como PET - aderidas por um termoadesivo, foi recolhido durante dois meses e meio para que fosse possível verificar a quantidade de resíduo desse material que a empresa produz. Foram feitos diversos testes de processamento do material, mas decidiu-se utilizá-lo ao natural. Depois da confecção de alguns modelos, chegou-se na solução final, a linha Edro, que inclui uma Arandela de Aresta, uma Arandela de Vértice, um Abajur Pequeno, um Abajur Médio, um Fio de Luzes e um Painel, todos confeccionados tendo por base hexaedros regulares de origami produzidos com o material-resíduo.

Palavras-chave: Reutilização. PET. Termolaminação. Luminárias.

ABSTRACT

Given that one of the biggest ecological problems now a days is the amount of waste produced by society, the aim of this paper is to use product design knowledge in the development of a series of six lamps made out of the reuse of discarded materials from the thermal lamination process made in a photography company. It was made a theoretical review about sustainability and ecodesign, the residue material, and manufacturing processes which could be used in the project. The residue material, which consists in two layers of polyethylene terephthalate – known as PET – bonded by hot melt, was stored during two and a half months so it would be possible to verify the amount of this material waste the company produces. Several material processing experiments were made, however it was decided to use it as it was collected. After crafting a few models, the final solution came up, a series of lamps called Edro, which includes a Vertex Sconce, an Edge Sconce, a Small Table Lamp, a Medium Table Lamp, a Thread of Lights and a Panel, all made with origami regular hexahedrons, crafted with the residue material.

Keywords: Reuse, PET, Thermal lamination. Lamps.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema-síntese da metodologia de Munari, que será aplicado no TCC.....	19
Figura 2 - Alguns exemplos de produtos da marca Colibrii.....	24
Figura 3 - Luminárias Scraplights produzidas com reutilização de papelão.	25
Figura 4 - Exemplos de produtos da Harveys reutilizando cintos de segurança.....	25
Figura 5 - Exemplos de sapatos produzidos pela Insecta Shoes, reutilizando roupas usadas.	26
Figura 6 - Exemplos de produtos confeccionados através do Projeto Canoa.....	26
Figura 7 - Esquema do processo de fabricação dos álbuns fotográficos	27
Figura 8 – Exemplo de bloco de um álbum 30x30cm produzido na empresa Cadcolor.	28
Figura 9 - Capa de um álbum produzida na empresa Cadcolor.	29
Figura 10 – Exemplo de um álbum produzido pela empresa Cadcolor, finalizado.....	29
Figura 11 - Exemplos de embalagens produzidas na empresa Cadcolor. Da esquerda para direita: maleta, caixa, luva e estojo.....	30
Figura 12 – Laminadora de fotografias da empresa Cadcolor	32
Figura 13 – Resultado do processo de termolaminação: (A) fotografia com excesso de laminação; (B)resíduos	32
Figura 14 - Material-resíduo da laminação	33
Figura 15 - Fórmula química do PET.....	34
Figura 16 - Luminárias de Sarah Turner	37
Figura 17 - Exemplos de jóias desenvolvidas por de Mana Bernardes usando garrafas PET.	37
Figura 18 – Exemplos de produtos de Gulnur Ozdaglar.....	38
Figura 19 - Esquema explicativo de termocomformação.	39
Figura 20 - Esquema explicativo da moldagem por compressão.....	40
Figura 21 - Esquema explicativo da bobinagem filamentar.	41
Figura 22 – Montante de material-resíduo recolhido.....	43
Figura 23 – Resultado do experimento em forno caseiro 1 – folhas de laminação sobrepostas – 180°C por 10 minutos.	46
Figura 24 – Experimento forno caseiro 2 – uma folha de laminação – 200°C por 5 minutos.....	47
Figura 25 - Experimento forno caseiro 3 – duas lâminas – 10 min à de 200°C.....	47

Figura 26 - Experimento forno caseiro 4 – material-resíduo (já laminado) – duas lâminas sobrepostas – 220°C, 5 minutos.	48
Figura 27 - Experimento de sublimação no material-resíduo.	49
Figura 28 - Experimento prensa – lâminas de material-resíduo ficam com textura.	50
Figura 29 - Experimento fogo – enrugamento da superfície da amostra.	50
Figura 30 - Amostras de laminação em água fervente.	51
Figura 31 - Teste de termoconformação do material-resíduo.	52
Figura 32 - Teste com um ferro de solda no material-resíduo.	52
Figura 33 - Teste com resina poliéster.	53
Figura 34 - Teste de material-resíduo com cola branca.	54
Figura 35 - Teste com soprador térmico - conformação.	54
Figura 36 - Teste de fusão com soprador térmico.	55
Figura 37 - Teste corte a laser.	56
Figura 38 - Teste com gravação à laser.	56
Figura 39 - Teste com recorte eletrônico.	57
Figura 40 - Testes com verniz vitral.	58
Figura 41 - Teste origami + forno.	59
Figura 42 - Material cru - sobreposição.	59
Figura 43 - Material cru - curvas.	60
Figura 44 - Material cru - entrelaçado.	60
Figura 45 - Material cru - cubo origami.	61
Figura 46 - Modelos - Abajur entrelaçado.	62
Figura 47 - Modelos - Lustre de lâminas.	63
Figura 48 - Modelos - Luzes de natal origami + forno.	64
Figura 49 - Modelos - Luz de natal com cubo de origami.	64
Figura 50 - Modelo - Cubos de origami bagunçados.	65
Figura 51 - Modelos - Cubos de origami com vãos.	66
Figura 52 - Modelos - luminária de canto de cubos.	66
Figura 53 - Modelos - luminária de mesa de cubos.	67
Figura 54 - Modelos - Painel de cubos de origami.	67
Figura 55 - Logotipo desenvolvido para a série de luminárias.	68
Figura 56 - Protótipo funcional - Arandela de Aresta.	69

Figura 57 - Protótipo funcional - Arandela de Vértice	70
Figura 58 - Protótipo funcional - Abajur Pequeno	71
Figura 59 - Protótipo - Abajur Médio	72
Figura 60 - Protótipos funcionais - Fio de Luzes.....	72
Figura 61 - Protótipos funcionais - Pannel.....	73
Figura 62 - Máquina de recorte eletrônico Silhouette Cameo.....	74
Figura 63 - Detalhamento de dimensões para confecção de um cubo.....	75
Figura 64 - Diagrama para montagem do cubo.....	76
Figura 65 - Desenho técnico de corte e vinco da laminação da Arandela de Aresta.....	77
Figura 66 - Desenho técnico de corte e vinco do tríplice da Arandela de Aresta.....	78
Figura 67 - Desenho técnico geral da Arandela de Aresta.	79
Figura 68 - Desenho técnico morfológico da Arandela de Aresta.....	80
Figura 69 - Desenho técnico eletrônico da Arandela de Aresta.....	81
Figura 70 - Diagrama de montagem da Arandela de Aresta Edro.	82
Figura 71 - Imagens de diversas etapas do processo de produção da Arandela de Aresta.	83
Figura 72 - Desenho técnico de corte e vinco da laminação da Arandela de Vértice.....	84
Figura 73 - Desenho técnico de corte e vinco do papel tríplice da Arandela de Vértice	85
Figura 74 - Desenho técnico geral e morfológico da Arandela de Vértice.....	86
Figura 75 - Desenho técnico eletrônico da Arandela de Vértice.....	87
Figura 76 - Diagrama de montagem da Arandela de Vértice - parte 1.	88
Figura 77 - Diagrama de montagem da Arandela de Vértice - parte 2.	89
Figura 78 - Imagens de diferentes etapas do processo de produção da Arandela de Vértice.....	89
Figura 79 - Desenho técnico de corte e vinco do Abajur Pequeno	90
Figura 80 - Desenho técnico geral e morfológico do Abajur Pequeno.	91
Figura 81 - Desenho técnico eletrônico do Abajur Pequeno.	91
Figura 82 - Diagrama de montagem do Abajur Pequeno Parte 1	92
Figura 83 - Diagrama de montagem do Abajur Pequeno Parte 2	93
Figura 84 - Fotos de três momentos da montagem do Abajur Pequeno.....	93
Figura 85 - Desenho Técnico corte e vinco do Abajur Médio	94
Figura 86 - Desenho técnico geral e morfológico do Abajur Médio	95
Figura 87 - Desenho técnico eletrônico do Abajur Médio	95
Figura 88 - Desenho técnico de corte e vinco do Fio de Luzes.	96

Figura 89 - Desenho técnico geral do Fio de Luzes.	97
Figura 90 - Desenho técnico eletrônico do Fio de Luzes.	97
Figura 91 - Encaixe dos cubos de laminação no Fio de Luzes.	98
Figura 92 - Desenho técnico de corte e vinco das laminações do Painel.....	99
Figura 93 - Desenho técnico de corte das chapas de PS	100
Figura 94 - Desenho técnico geral do painel.	100
Figura 95 - Desenho técnico morfológico do painel.....	101
Figura 96 - Diagrama de distribuição dos módulo do painel.	102
Figura 97 - Desenho técnico eletrônico do Painel.....	102
Figura 98 - Esquema de funções do controle remoto da fita LED RGB.....	103
Figura 99 - Diagrama de montagem do Painel Edro – parte 1.	104
Figura 100 - Diagrama de montagem do Painel Edro – parte 2.....	105
Figura 101 - Imagens de diferentes etapas da montagem do painel Edro.	106

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

TCC	Trabalho de conclusão de curso
TCC I	Trabalho de conclusão de curso 1
TCC II	Trabalho de conclusão de curso 2
PET	Poli(Tereftalato de Etileno)
BOPP	Polipropileno biorientado
UV	Ultra violeta
ABREPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
PVC	Policloreto de Vinil
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
3R	Reduzir, Reutilizar e Reciclar
LED	Diodo Emissor de Luz (Light Emitting Diode)
PS	Poliestireno
RGB	<i>Red, Green and Blue</i> (Vermelho, verde e azul)
DT	Desenho Técnico

SUMÁRIO

1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2	PROBLEMATIZAÇÃO	16
1.2.1	O Problema.....	17
1.3	ABRANGÊNCIA E DELIMITAÇÃO	17
1.4	JUSTIFICATIVA	18
1.5	OBJETIVOS	18
1.6	METODOLOGIA E ESTRUTURA.....	19
1.6.1	Cronograma.....	21
2.1	ECODESIGN E SUSTENTABILIDADE	22
2.1.1	Cases de reutilização na área do design e artesanato	23
2.1.1.1	Colibrii	24
2.1.1.2	Greypants	24
2.1.1.3	Harveys	25
2.1.1.4	Insecta Shoes	25
2.1.1.5	Grupo Canoa	26
2.2	SOBRE O MATERIAL-RESÍDUO	27
2.2.1	Processo de produção dos álbuns	27
2.2.2	Processo de Termolaminação	30
2.2.2.1	Na Cadcolor	31
2.2.3	Propriedades do PET	33
2.2.3.1	Propriedades do filme de poliéster	34
2.2.4	Reaproveitamento do PET.....	35
2.2.4.1	Reciclagem	36
2.2.4.2	Reutilização	36
2.2.4.1.1	Sarah Turner	37
2.2.4.1.2	Mana Bernardes	37
2.2.4.1.3	Gulnur Ozdaglar	38
2.3	PROCESSOS DE PRODUÇÃO COM POSSIBILIDADE DE APLICAÇÃO NO PRESENTE TCC	38
2.3.1	Corte a laser.....	38
2.3.2	Termoconformação	39
2.3.3	Moldagem por contato	39
2.3.4	Moldagem por compressão	40
2.3.5	Bobinagem filamental	40
2.4	CONSIDERAÇÕES REFERENTES AO CAPÍTULO 2	41

	13
2.4.1 Restrições:	41
2.4.2 Requisitos:	42
3.1 RECOLHIMENTO DO MATERIAL-RESÍDUO	43
3.1.1 Avaliação do material recolhido	44
3.1.2 Cálculos de aproveitamento do material-resíduo	44
3.2 EXPERIMENTAÇÃO	45
3.2.1 Forno caseiro	46
3.2.2 Impressão por Sublimação	48
3.2.3 Prensa	49
3.2.4 Fogo	50
3.2.5 Água Fervente	51
3.2.6 Termoconformação	51
3.2.7 Ferro de solda	52
3.2.8 Mistura com resina poliéster	53
3.2.9 Mistura com cola branca	53
3.2.10 Soprador termico	54
3.2.11 Corte e gravação a laser	55
3.2.12 Corte plotter de recorte (Silhouette)	57
3.2.13 Verniz vitral	57
3.2.14 Origami + forno	58
3.2.15 Material “cru”	59
3.3 MODELOS	61
3.3.1 Abajur entrelaçado	62
3.3.2 Lustre de lâminas	62
3.3.3 Luzes de Natal	63
3.3.4 Cubos Origami	64
3.4 SOLUÇÃO FINAL	68
3.4.1 Protótipos funcionais	68
3.4.2 Desenhos técnicos e produção	74
3.4.2.1 Cubo básico	74
3.4.2.2 Arandela de Aresta	76
3.4.2.3 Arandela de Vértice	83
3.4.2.4 Abajur Pequeno	90
3.4.2.5 Abajur Médio	93
3.4.2.6 Fio de Luzes	96
3.4.2.7 Painel	98

3.4.3 Aproveitamento do material e revisão dos objetivos 106

REFERÊNCIAS..... 110

1 INTRODUÇÃO

Nesse capítulo o tema do trabalho desenvolvido será apresentado de forma a contextualizá-lo e defini-lo. Serão apresentados ainda os objetivos, a justificativa e a metodologia utilizada.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Um dos maiores problemas ecológicos mundiais da atualidade é a quantidade de lixo gerado pela sociedade, em todas suas camadas: agropecuária, indústria, comércio, escritórios ou residências. Segundo uma pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABREPE, 2013), o Brasil produziu por dia, em 2013, aproximadamente 209.280 toneladas de lixo, sendo que apenas 58,26% dessas tiveram uma destinação adequada.

A geração de lixo é o resultado da “civilização” do homem, porém somente tornou-se um problema ambiental a partir do século XX, com o aumento exponencial da população humana e a revolução industrial, que possibilitou a produção em série de bens de consumo. Segundo o Programa de Administração e Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG, 1999), a revolução industrial trouxe uma nova cultura, a do descarte, onde tudo é usado e descartado para que seja comprado novamente e gere mais lucro; seguindo incentivos da mídia, compra-se o que não é necessário e descarta-se pensando que o problema termina na lata de lixo.

A utilização dos polímeros intensificou ainda mais a produção de lixo no século XX; por ser um material barato e resistente, começou a ser usado extensivamente em embalagens para bens de consumo e alimentos. Porém, se a resistência é uma vantagem para diversas funções, para o meio ambiente é um problema grave, pois esses materiais levam centenas de anos para se decompor. Annie Leonard (2011) afirma em seu livro “A história das coisas: Da Natureza ao Lixo” que uma saída para esse problema seria a reciclagem desse material, contudo existem diversos tipos de produtos de polímeros que não podem ser reciclados, como cortinas de Policloreto de Vinil (PVC), aromatizadores de ar descartáveis e embalagens rígidas de aparelhos eletrônicos.

Como salientado no texto “Propostas de Instrumentos Econômicos Ambientais para a Redução do Lixo Urbano e o reaproveitamento de Sucatas no Brasil”

O lixo não-coletado e indevidamente disposto compõe a carga poluidora que escorre pelas águas pluviais (run-off) urbanas e rurais. O lixo coletado e com disposição inadequada em aterros ou a céu aberto e em áreas alagadas gera problemas sanitários e de contaminação hídrica nos locais onde é depositado. Quando se trata de carga tóxica, geralmente de origem industrial ou agrícola, as consequências ambientais na saúde humana e na preservação da fauna e flora são mais danosas. O tratamento por compostagem ou incineração, por outro lado, também gera efluentes e emissões atmosféricas, por vezes muito intensas. O reaproveitamento (reciclagem ou reutilização) nem sempre é viável, dada a qualidade dos resíduos e os custos de triagem e transporte aos pontos de transformação. (MOTTA; SAYAGO, 1998, P. 2)

De acordo com González (2008), a ecologia fala em um triângulo ecológico formado pelos três Rs que ajudariam a solucionar os problemas do lixo: reduzir, reutilizar e reciclar. Como se sabe, o triângulo é hierárquico e, em uma situação ideal, onde a redução e a reutilização fossem realizadas, seria possível que a reciclagem não precisasse acontecer. Porém, em geral, ao questionar alguém sobre a ecologia, a resposta se resume ao terceiro R, mostrando a pouca importância que se dá às duas primeiras e mais importantes partes do triângulo.

Annie Leonard fala em seu livro que “... a ideia de lixo tem a ver com o contexto, e não com conteúdo propriamente” (LEONARD, 2011, P. 192). Sendo assim, uma embalagem de alumínio dentro de um cesto é chamada de lixo, porém, fora dele, o nome é lata, mostrando que os materiais que misturados são chamados de lixo, quando separados viram recursos.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

O problema dos recursos virando lixo poluente é generalizado, acontece no mundo todo e com inúmeros materiais e objetos que poderiam ser reutilizados. No ramo da fotografia não é diferente; embora a quantidade de fotografias impressas tenha caído drasticamente nos últimos anos com a chegada e extensa difusão da fotografia digital, as fotos impressas ainda tem espaço quando se trata de eventos sociais.

Newborn, acompanhamento do bebê, aniversário de um ano, festa de quinze, formatura e casamento formam o mercado de atuação dos fotógrafos sociais, e esses

profissionais são os principais clientes das encadernadoras profissionais. Os produtos mais produzidos por essas empresas são álbuns personalizados e embalagens para os mesmos.

O processo de produção dos álbuns gera alguns resíduos, como retalhos de papel fotográfico, pedaços de papel cartão, fita dupla-face, *liner* (da fita dupla-face) e filmes plásticos. Esses últimos se destacam pelo volume e pela qualidade do material-resíduo, e são compostos por dois tipos de folhas poliméricas: uma transparente, resultado da termolaminação brilhosa, e uma translúcida, resultado da termolaminação fosca. Esses materiais, pela aparência, toque e forma, parecem ter grande potencial para a reutilização e por isso são o objeto de estudo desse trabalho.

1.2.1 O Problema

Como reutilizar o material-resíduo do processo de termolaminação de fotografias, especificamente o filme plástico, na produção de um ou mais novos produtos, para que esses recursos não sejam descartados, virando lixo.

1.3 ABRANGÊNCIA E DELIMITAÇÃO

Devido ao acesso fácil por parte da autora o trabalho foi desenvolvido com o material-resíduo proveniente da termolaminação da empresa Cadcolor, que se encontra no ramo da fotografia há 17 anos. É nessa empresa que o processo de termolaminação será acompanhado e onde o material-resíduo será coletado e avaliado.

O foco do trabalho foi a exploração do material-resíduo da termolaminação e como reutilizá-lo. Foi feita uma breve discussão sobre o tema de sustentabilidade e ecodesign, mostrando alguns exemplos da reutilização no campo do design e artesanato, além de uma pesquisa sobre o material a ser utilizado e uma revisão sobre processos de produção, dando ênfase àqueles que, pelas características do material-resíduo, têm potencialidade de aplicação para obtenção de algum produto.

Um público alvo para o(s) produto(s) resultado desse projeto não será definido, a fim de não limitar a capacidade criativa da autora e as possibilidades de aplicação do material-resíduo. O mercado a ser explorado com os objetos resultantes desse trabalho será sugerido

após a etapa de criatividade e definição do modelo/produto que será produzido, sendo assim, o próprio resultado do projeto irá apontar esse público.

1.4 JUSTIFICATIVA

Como Ezio Manzini (2008) fala no livro “Design para a inovação social e sustentabilidade”, até agora o papel efetivo dos designers tem sido se fazer parte do problema do modo insustentável que vivemos. Todavia, essa não é uma situação inevitável; os designers podem e devem ter outro papel, o de parte da solução do problema. O autor expressa ainda que mesmo que sem o poder de impor a sua visão a outros, os designers possuem os instrumentos para operar sobre a qualidade das coisas e sua aceitabilidade, e assim terão o papel de oferecer novas soluções a problemas novos e antigos.

Acredita-se que o presente trabalho é um exemplo de atuação do profissional de design nessa nova visão da profissão, como agente modificador de conceitos, que mostrará que um produto construído com os resíduos de um processo pode ser tão ou mais valorizado do que um produto feito a partir de materiais considerados nobres e não sustentáveis. Tal processo proposto visa reduzir drasticamente o volume de lixo desse material da empresa em questão antes mesmo que esse saia do local de origem, sem passar pelo sistema de coleta, transporte e triagem, onde tantos materiais acabam sendo perdidos e não aproveitados, além de atribuir um custo a esse resíduo. Um efeito colateral do processo possivelmente será um retorno financeiro à empresa, que não pode ser ignorado em uma sociedade capitalista. Espera-se que esse pequeno retorno seja um incentivo para essa e outras empresas promoverem um maior aproveitamento de seus materiais, sendo eles mesmos os agentes desse reaproveitamento ou vendendo-os para empresas que o façam.

1.5 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento de um ou mais produtos a partir da reutilização de materiais descartados do processo de laminação de fotos realizado em uma empresa do ramo da fotografia.

Como objetivos específicos, estão:

- a) Estudar o processo de laminação de fotografias;
- b) Estudar o material a ser trabalhado;
- c) Realizar experimentações com o material;
- d) Desenvolver um ou mais produtos.

1.6 METODOLOGIA E ESTRUTURA

A base metodológica utilizada é a de Munari (2008), encontrada no livro “Das Coisas Nascem Coisas”, e sintetizada na Figura 1, onde “P” representa o problema e “S” a solução. A metodologia foi adaptada para melhor corresponder aos requisitos e estrutura desse trabalho. A etapa de materiais e tecnologia foi adiantada, fazendo parte da fundamentação teórica e a etapa de coleta de dados específica foi adicionada ao início do projeto. Nessa etapa foi realizada uma pesquisa mais aprofundada do material-resíduo dentro da empresa Cadcolor, a fim de ter informações mais precisas do estado e quantidade de material disponível para aproveitamento.

Figura 1 - Esquema-síntese da metodologia de Munari, que será aplicado no TCC



Fonte: Adaptado pela autora de Munari (2008)

O trabalho é estruturado em quatro capítulos, onde as etapas metodológicas do projeto estão distribuídas. No Trabalho de Conclusão de Curso I (TCC I) foram realizados os dois primeiros capítulos e um breve início do terceiro, que foi completado durante o Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) juntamente com o quarto capítulo. A seguir está uma breve explicação de como as etapas metodológicas serão abordadas dentro de cada capítulo do trabalho.

1. **Introdução:** são apresentadas a definição do problema (DP) e os componentes do problema (CP) através da contextualização, problematização, justificativa, abrangência e delimitação e objetivos do trabalho.
2. **Fundamentação teórica:** são realizadas as etapas de coleta de dados (CD), materiais e tecnologia (MT) e análise de dados (AD), através de pesquisas com dados secundários que abordam diversos tópicos e uma conclusão dessa etapa.
3. **Projeto:** é onde o projeto toma forma, são executadas as etapas de coleta de dados específica (CDE), experimentação (E), modelo (M), verificação (V) e desenho técnico (DT).
4. **Considerações Finais:** uma revisão do trabalho é realizada salientando pontos de aprendizado, dificuldades e curiosidades.

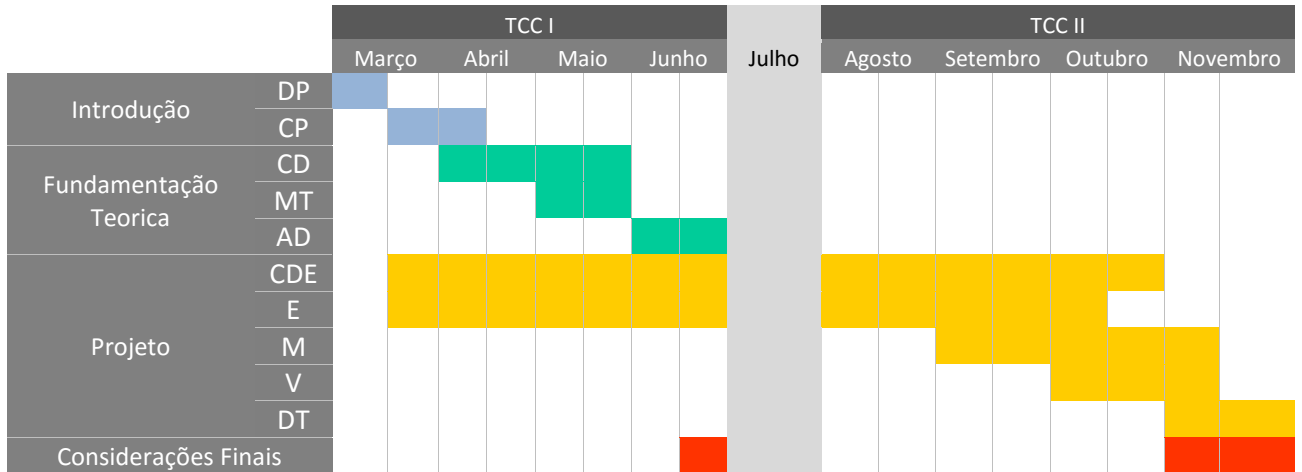
A metodologia de Munari é um guia para as etapas gerais do trabalho, porém, no projeto em si, foram utilizados métodos de criação aprendidos na *Royal Academy of Arts* de Haia, Holanda, durante um intercâmbio. Esses métodos visam garantir liberdade ao designer, de forma a aumentar o seu potencial criativo, ao mesmo tempo que permite uma profunda personalização de acordo com a forma de pensar de cada pessoa.

Consiste em focalizar no designer a criação, seus gostos, seus pensamentos, seus sentimentos, seu senso estético; o usuário final do produto não é levado em consideração nessa etapa. O método incentiva a utilização de ferramentas de criação que mais se encaixam no perfil do usuário, desde que diversos testes e experimentações sejam realizados, para que então o projeto se afunile de acordo a algum requisito, ou limitação e foque em algum (ou alguns) dos experimentos. A partir desse enfoque mais experimentos são realizados, abrindo a gama de possibilidades novamente, para que seja afinado mais tarde. O processo pode ser repetido quantas vezes forem necessárias.

1.6.1 Cronograma

Um cronograma foi feito para guiar o trabalho a ser realizado, e está representado graficamente na Tabela 1, incluindo as etapas a serem desenvolvidas tanto no TCC I quanto no TCC II.

Tabela 1 – Cronograma detalhado das etapas a serem seguidas no TCC.



Fonte: Desenvolvido pela autora.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo foram realizadas pesquisas que foram consideradas relevantes para o projeto. Primeiramente foi realizada uma revisão sobre ecodesign e sustentabilidade (para conhecimento aprofundado sugere-se a leitura do livro “O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis” de Ezio Manzini e Carlo Vezzoli). São apresentados também projetos similares ao que será realizado existentes no mercado atual, com a reutilização como tema central.

Logo depois foi feita uma pesquisa sobre o material-resíduo tema desse trabalho, passando pelos processos onde é empregado e suas características. Por fim é realizada uma revisão sobre processos de produção com possibilidade de aplicação no projeto.

2.1 ECODESIGN E SUSTENTABILIDADE

Karlsson e Luttropp *apud* Borchardt et al (2008) definiram ecodesign como um método de desenvolvimento de produtos que objetiva a redução do impacto ambiental e usa a criatividade para gerar produtos e processos mais eficientes sob o ponto de vista da sustentabilidade. Segundo Venzke (2002), algumas práticas do ecodesign seriam: escolha de materiais de baixo impacto ambiental, projetos voltados à simplicidade e modularidade, redução do uso de energia, uso de formas de energia renováveis, produtos multifuncionais, produtos com maior durabilidade, recuperação de embalagens, não utilização de substâncias perigosas e prevenção de acidentes.

Entretanto, no livro “O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis” Ezio Manzini e Carlo Vezzoli (2011) afirmam que ecodesign é um termo muito abrangente; para eles, uma proposta sustentável: é centrada em recursos renováveis, otimiza o emprego dos recursos não-renováveis, não acumula resíduos que o ecossistema não seja capaz de reabsorver e faz com que indivíduos e comunidades das sociedades ricas permaneçam nos limites de seu espaço ambiental para que cada indivíduo das sociedades mais “pobres” possam gozar do espaço que tem direito.

Os autores se baseiam na *World Commission for Environment and Development* (1987) que introduziu o conceito de sustentabilidade ambiental, referindo-se às condições sistêmicas segundo as quais, em nível regional e planetário, as atividades humanas não

devem interferir nos ciclos naturais em que se baseia tudo o que a resiliência do planeta permite, e ao mesmo tempo, não devem empobrecer seu capital natural, que será transmitido às gerações futuras.

A partir dessa definição também é ressaltado um ponto fundamental, no qual a sustentabilidade é um objetivo a ser alcançado e não um caminho a se seguir. Sendo assim, nem tudo que apresentar melhorias em temas ambientais pode ser considerado realmente sustentável.

Prática recorrente nos projetos sustentáveis, os 3R's contribuem para a redução do lixo atual. Nesse contexto, Wilson Kindlein Júnior *apud* Cândido (2008) afirma que o primeiro "R de reutilizar" significa utilizar novamente os sistemas e subsistemas dos objetos em sua forma original, onde inclui-se também a reutilização dos materiais descartados para fabricação de outros produtos. O segundo "R de Reduzir" consiste em processar determinados produtos novamente, não obrigatoriamente da forma original. O terceiro "R de Reciclar" consiste em aproveitar dos produtos descartados, os materiais que podem voltar para indústrias como matéria-prima para fabricação de novos produtos.

É importante ressaltar a diferença dos 3R's uma vez que esse trabalho propõe-se a reutilizar o material-resíduo em questão, e não reciclá-lo. Foram pesquisados projetos similares na área do design e artesanato, onde a reutilização é o cerne do projeto, para verificar como essa prática se dá no mercado atual.

2.1.1 Cases de reutilização na área do design e artesanato

Aqui foram apresentados exemplos de projetos e marcas bem sucedidos que têm como principal insumo materiais reutilizados. Percebe-se que na maioria dos casos designers e artesões eram os autores-empresendedores ou estavam envolvidos na criação das peças, o que pode indicar um nicho de atuação do profissional de Design já se consolidando no mercado. É interessante observar também que, sem conhecimento prévio, os produtos resultantes não parecem ser feitos de materiais descartados, é depois de um olhar mais atento ou adquirindo as informações que se percebe a natureza sustentável dos objetos, o que parece ser um facilitador para o seu sucesso.

Essa seção tem por objetivo identificar casos e processos similares ao pretendido a fim de mostrar a viabilidade do projeto e selecionar produtos e empresas como inspiração. Foram listadas duas marcas internacionais e três do Rio Grande do Sul.

2.1.1.1 Colibrii

Segundo o site da marca, a Colibrii é uma empresa de Porto Alegre que foi criada com o propósito de promover oportunidades para artesãs de comunidades em situação de vulnerabilidade social. Além da função social desempenhada, a empresa também faz uso da reutilização em seus produtos. A maior parte dos insumos vem de doação de pessoas e empresas; são utilizados jeans antigos, sombrinhas, retalhos de tecido e outros refugos de empresas (COLIBRII, 2015). Dentre suas produções estão bolsas, mochilas, luminárias, pufes e almofadas, como as apresentadas na Figura 2.

Figura 2 - Alguns exemplos de produtos da marca Colibrii



Fonte: Colibrii (2015).

2.1.1.2 Greypants

No site da marca Greypants é possível ver diversos produtos interessantes dessa empresa de design formada por dois arquitetos amigos. Sua principal coleção é a Scraplights, uma série de luminárias feitas a partir de papelão reutilizado cortado a laser e posteriormente colado (GREYPANTS, 2015). As luminárias são apresentadas em diversas formas e tamanhos, como mostram os exemplos na Figura 3.

Figura 3 - Luminárias Scraplights produzidas com reutilização de papelão.

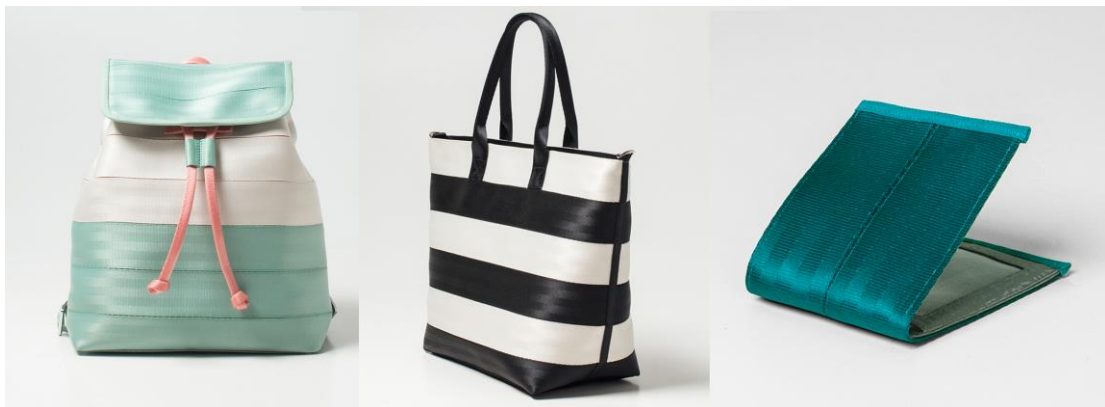


Fonte: Greypants (2015).

2.1.1.3 Harveys

A Harveys é uma empresa do sul da Califórnia que produz diversas bolsas, mochilas e carteiras a partir da reutilização de cintos de segurança de carros. A ideia surgiu quando o casal Harvey estava restaurando um carro e o marido decidiu usar o cinto para fazer uma bolsa para sua esposa. Seus produtos são todos sustentáveis e produzidos nos EUA. Eles ressaltam em seu *website* que os produtos devem durar a vida toda e ser verdadeiros com a beleza dos materiais (Harveys, 2015). A Figura 4 mostra exemplos de produtos.

Figura 4 - Exemplos de produtos da Harveys reutilizando cintos de segurança.



Fonte: Harveys (2015).

2.1.1.4 Insecta Shoes

A Insecta Shoes é uma empresa que utiliza peças de roupas usadas para fazer sapatos exclusivos, como pode ser visto na Figura 5. A empresa que nasceu em Porto Alegre explica

que não usa produtos de origem animal em suas criações e que “reaproveitamento” é sua palavra chave (INSECTA SHOES, 2015).

Figura 5 - Exemplos de sapatos produzidos pela Insecta Shoes, reutilizando roupas usadas.

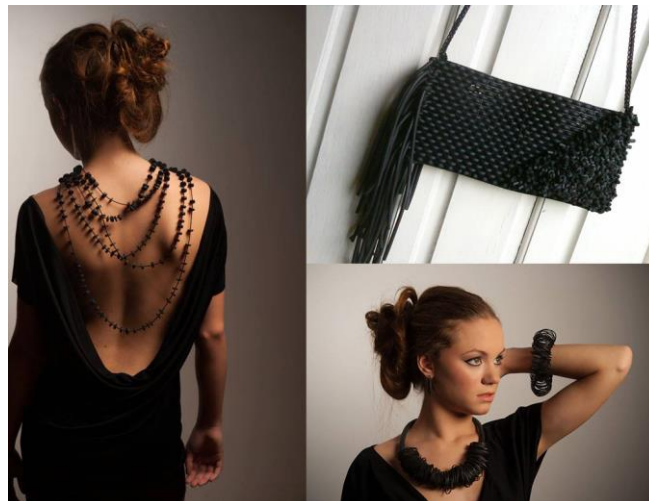


Fonte: Insecta Shoes (2015).

2.1.1.5 Grupo Canoa

O Grupo Canoa é um projeto onde artesãos da cidade de Canoas, com o auxílio de designers, desenvolvem e produzem peças diferenciadas a partir de resíduos de indústrias, como borracha, câmara de bicicleta e guarda-chuva. São feitos diversos acessórios, como bijuterias, bolsas e chaveiros, que são vendidos por todo o Brasil. O projeto tem como parceiros a Prefeitura Municipal de Canoas e o SEBRAE-RS (Grupo Canoa, 2015). A Figura 6 mostra exemplos de produtos.

Figura 6 - Exemplos de produtos confeccionados através do Projeto Canoa.



Fonte: Projeto Canoa (2015).

2.2 SOBRE O MATERIAL-RESÍDUO

A fim de entender melhor o material-resíduo selecionado para uso nesse trabalho, foram feitas pesquisas sobre o contexto no qual ele é utilizado e o processo específico do qual é insumo (termolaminação). Também foram realizadas pesquisas com dados secundários sobre as características do polímero que compõe o material-resíduo e estudos da reciclagem do mesmo.

2.2.1 Processo de produção dos álbuns

A fim de entender onde a termolaminação de fotografias é usada, o processo de fabricação dos álbuns foi acompanhado por uma semana e sintetizado na Figura 7, com destaque para as etapas de maior interesse. As etapas descritas a seguir se referem aos álbuns padrão da empresa, que são cerca de 90% dos pedidos, segundo o gerente; são feitos, além desses, capas e embalagens com materiais diferentes.

Figura 7 - Esquema do processo de fabricação dos álbuns fotográficos



Fonte: Desenvolvido pela autora

O processo de fabricação dos álbuns tem início com o recebimento dos arquivos de fotos do cliente, feito ao vivo ou pelo sistema de envio online da empresa. Logo depois, as três partes principais do produto – bloco, capa e embalagem – são feitas separadamente e montadas no final.

A primeira parte é o bloco do álbum, ou seja, as páginas. As lâminas (duas páginas) são impressas em papel fotográfico e separadas para a laminação escolhida pelo cliente, podendo ser plástica com o acabamento fosco ou brilho, ou ainda líquida ultra-violeta (UV)

(que serão detalhadas no item 2.2.2). Essa etapa é essencial, pois a foto impressa é muito delicada, pode ser danificada com líquidos, arranhada, ou sujar, e as laminações protegem a fotografia, conferindo resistência e durabilidade ao produto. Após a termolaminação, a lâmina é levada à vincadeira, onde será vincada verticalmente em seu centro. Com as páginas separadas pelo vinco é possível dobrar com precisão a lâmina. Em seguida o arquivo original é conferido e as lâminas são numeradas para a montagem. Nessa etapa, as lâminas são colocadas uma a uma em uma superfície de trabalho onde ficam alinhadas. Entre as lâminas é inserido um papel de alta gramatura que contém cola *hot melt* em seus dois lados, a Easysheet. Essa cola é termoativada, por isso depois da montagem o álbum vai para o forno a uma temperatura de 60°C por 5 minutos. Logo depois da retirada do forno, o bloco passa uma hora em uma prensa. Para a finalização do miolo do álbum, esse é refilado, ou seja, as sobras são cortadas, fazendo com que as imperfeições sejam removidas e conferindo acabamento ao material. A Figura 8 mostra um exemplo de bloco produzido nas dimensões 30x30cm, já refilado.

Figura 8 – Exemplo de bloco de um álbum 30x30cm produzido na empresa Cadcolor.



Fonte: autora.

Assim como as lâminas, a capa do álbum é impressa em papel fotográfico e precisa ser laminada, entretanto as opções se limitam à laminação plástica brilhosa ou opaca porque a laminação UV não é suficientemente resistente para essa parte do álbum. A fotografia já laminada é então adesivada, fazendo com que toda a superfície posterior do papel seja coberto por adesivo dupla-face. Então o bloco é medido para que o papel cartão, que estrutura essa parte do álbum (capa), possa ser cortado nas medidas corretas. Para montar a

capa, o *liner* do adesivo é retirado e os papéis posicionados de acordo com o alinhamento previamente marcado. As sobras de material são dobradas para conferir acabamento e a capa está pronta, como exemplifica a Figura 9.

Figura 9 - Capa de um álbum produzida na empresa Cadcolor.



Fonte: autora.

Com o bloco e a capa prontos, pode-se então finalizar o álbum. Para tanto, o miolo é adesivado por completo e logo depois o dorso ganha um acabamento para não aderir à capa impedindo a abertura do álbum. O bloco é cuidadosamente posicionado e fixado na capa, como exemplifica a Figura 10.

Figura 10 – Exemplo de um álbum produzido pela empresa Cadcolor, finalizado.



Fonte: autora.

A embalagem é um item opcional e disponível em diversos formatos, como luva, maleta e caixa. Para confeccioná-la imprime-se a fotografia, lamina-se a mesma em plástico fosco ou brilho e então envolve-se a estrutura da embalagem escolhida. A Figura 11 mostra exemplos de embalagens produzidos na Cadcolor.

Figura 11 - Exemplos de embalagens produzidas na empresa Cadcolor. Da esquerda para direita: maleta, caixa, luva e estojo.



Fonte: autora.

2.2.2 Processo de Termolaminação

Como consta no site da empresa Prolam, fornecedora de máquinas insumos de laminação à quente, a termolaminação é um processo de revestimento à seco de materiais gráficos através da laminação a quente de um filme plástico pré-adesivado, usando velocidade, pressão e calor. Pode ser aplicado por laminadoras automáticas ou máquinas convencionais de plastificação (PROLAM, 2015).

O filme utilizado para esse processo possui duas camadas, a de base é feita de BOPP (polipropileno biorientado) ou PET (Poli(Tereftalato de Etileno)), e a segunda é composta por um termoadesivo. A camada de base pode ter aparência fosca ou brilhante e a maior diferença entre o do PET para o BOPP é que o primeiro tem uma resistência a arranhões um pouco maior. Durante o processo a laminadora é aquecida entre 100 e 125 °C, o que é suficiente para ativar o termoadesivo, mas não altera a superfície do filme base, que

mantém suas propriedades. Além do aquecimento é preciso a pressão dos rolos de passagem da máquina para que a laminação seja efetivada com sucesso.

A relação velocidade-pressão-temperatura do processo deve estar bem ajustada para que a laminação tenha o resultado esperado. A pressão deve ser ajustada de acordo com a espessura do papel que será laminado, já a velocidade e temperatura devem estar ajustadas para o termoadesivo fundir e o polímero base não se alterar. Se essas duas variáveis não estiverem equilibradas o material pode sofrer fusão total ou falta de aderência.

Outra informação importante para se trabalhar com esse material é que o tempo de cura do termoadesivo cresce exponencialmente com o tempo, ou seja, ele aumenta a adesão do filme com o material com o passar do tempo, por isso é indicado cerca de 24 horas de descanso antes de realizar trabalhos com esforço do material, como vincar.

O processo de laminação pode ser realizado nas duas, ou em somente uma face do material. Se for em ambas faces usa-se dois rolos de filme que envolverão o material. Caso seja somente a face superior laminada, como é o caso das fotografias, usa-se um rolo de filme, que é posicionado na parte superior da laminadora, e um rolo de *liner*, posicionado na parte inferior. A função do rolo de *liner* é proteger o cilindro inferior da termolaminadora contra os resíduos de cola provenientes da sobra de laminação da película superior.

No mercado também é possível encontrar a laminação à frio, conhecida popularmente como “plastificação”. No entanto, no ramo da fotografia ela não é usada há alguns anos, sendo mais aplicada em materiais gráficos em pequena escala.

2.2.2.1 Na Cadcolor

A empresa Cadcolor possui a laminadora RSL-1062, da marca Royal Sovereign, com uma dimensão de trabalho de 100cm. Como mostra a figura 12, ela possui dois cilindros, os roletes, por onde as imagens passam, e dois suportes para o filmes, além de um painel de controle de configurações, como temperatura e velocidade.

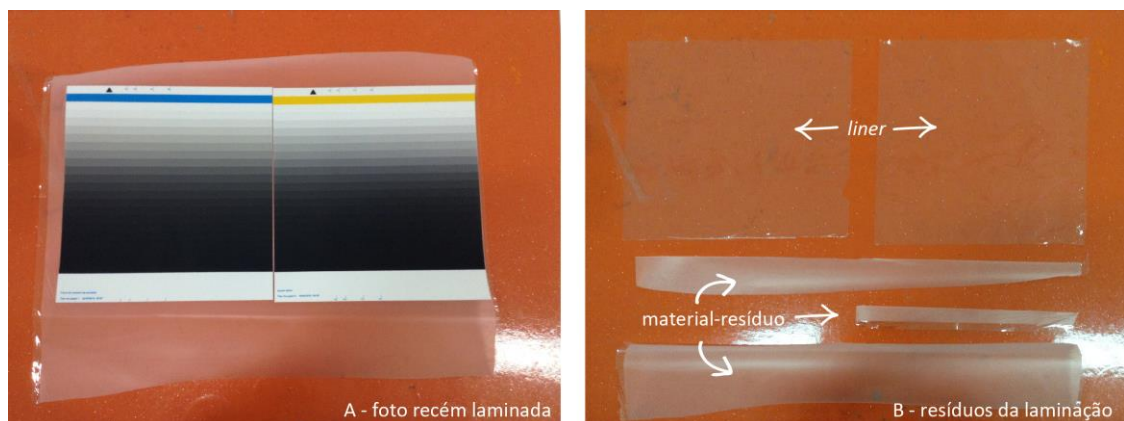
Figura 12 – Laminadora de fotografias da empresa Cadcolor



Fonte: autora.

Os filmes utilizados são provenientes da fornecedora BM Works, e segundo a mesma são de PET (poliéster), com acabamento fosco ou brilhoso, gramatura de 75 microns, largura de 630mm e comprimento de 100 metros. No cilindro inferior usa-se um rolo de *liner* de poliéster com espessura inferior ao filme principal. Esse segundo material não fica agregado ao produto final, logo depois das imagens serem laminadas essas têm o excesso de material refilado e o *liner* que se encontrava na parte inferior da foto é retirado. A figura 13 exemplifica esse processo, a imagem "A" mostra fotografias recém laminadas, com o excesso de laminação ainda, e a imagem "B" mostra os resíduos das fotos já refiladas.

Figura 13 – Resultado do processo de termolaminação: (A) fotografia com excesso de laminação; (B) resíduos



Fonte: autora

O material-resíduo tema desse trabalho compõe-se do filme base de poliéster colado, por uma camada de termoadesivo, no filme *liner* também de poliéster. O volume e

dimensões desse resíduo, assim como a frequência com que é produzido, é variável, pois cada projeto realizado pela empresa é personalizado e de acordo com a demanda solicitada. Desta forma, para o presente trabalho, decidiu-se realizar um estudo através do acompanhamento e identificação dos resíduos para que um padrão de dimensões e condições do material seja encontrado, caso houvesse algum. Na figura 14 pode-se ver parte do material-resíduo armazenado logo após sua utilização.

Figura 14 - Material-resíduo da laminação

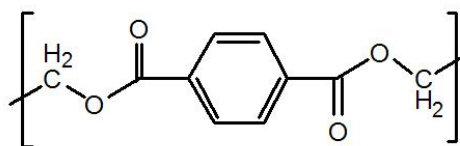


Fonte: autora.

2.2.3 Propriedades do PET

O Conselho Regional de Química do estado de São Paulo, criado pela lei 2.800/56 para fiscalizar o trabalho de profissionais e empresas de área de química afirma em seu site que o PET – Poli(tereftalato de etileno), um poliéster, é um polímero transparente, inquebrável, maleável e leve. Ele faz parte da categoria dos termoplásticos, ou seja, pode ser fundido e moldado diversas vezes, diferentemente dos termofixos. Por conta de suas características, ele retém gases e impede a entrada de umidade. Tem diversas aplicações no mercado atual, como garrafas de refrigerante, embalagens para óleo, embalagens de produtos de limpeza e de cosméticos. Também é utilizado para produção de fibras para roupas e plásticos de engenharia. O PET é representado quimicamente pela fórmula da figura 15.

Figura 15 - Fórmula química do PET



PET (polietileno tereftalato – um poliéster)

Fonte: MANO; MENDES (1999)

Romão, Spinacé e De Paoli (2009) afirmam em seu estudo, que faz uma revisão sobre os processos de síntese, mecanismos de degradação e reciclagem do PET, que atualmente, esse polímero é um dos termoplásticos mais produzidos no mundo; no final da década de 90 alcançou uma produção mundial em torno de $2,4 \times 10^{10}$ kg. O estudo afirma ainda que as aplicações do PET são: fibras têxteis (67%), embalagens processadas por injeção-sopro (24%), filmes biorientados (5%) e polímeros de engenharia (4%).

No mesmo artigo, Romão, Spinacé e De Paoli (2009) dizem que nos últimos anos, os polímeros têm aumentado sua participação na composição do resíduo sólido urbano. Na década de 60 eles não faziam parte significativa da sua composição, mas em 2005 eles contribuíram com cerca de 20 wt. (%) (porcentagem em massa) dos resíduos coletados no Brasil.

2.2.3.1 Propriedades do filme de poliéster

A empresa Cormem, distribuidora de materiais para enrolamento de motores, apresenta em seu catálogo as características específicas dos filmes de poliéster. O material é um isolante elétrico flexível, que apresenta ótima rigidez dielétrica (valor limite de campo elétrico que o material suporta antes de deixar de ser isolante) e resistência mecânica. Tem boa resistência química e excelente resistência à umidade.

A Tabela 2, retirada do catálogo da empresa Cormem, apresenta especificações do filme de poliéster. Algumas dessas informações podem vir a ser úteis durante as experimentações com o material.

Tabela 2 - Especificações do filme de poliéster

PONTO DE FUSÃO	250°C
CONTRACÇÃO, 30 MINUTOS À 150°C, tonc.rtransv.	2,0 - 3,0%
RESISTÊNCIA À TRACÇÃO, tonc.rtransv.	20/24 kq/mm ²
ALONGAMENTO À RUPTURA, long.ltransv.	100%
DENSIDADE	1,39 g/cm ³
CONSTANTE DIELÉTRICA, 25°C, 60 Hz	3,3
FATOR DE DISSIPACÇÃO, 25°C, 60 Hz	0,0025
RESISTIVIDADE VOLUMÉTRICA, 25°C	10 ¹⁸ ohm.cm

Fonte: Catálogo Cormem

Dessa tabela pode-se destacar alguns pontos que, provavelmente, serão mais relevantes para os experimentos que serão realizados. O ponto de fusão desse polímero é de 250°C, seu alongamento à ruptura é de 100% e a densidade de 1,39g/cm³.

No artigo técnico científico de Freire, Reyes e Castle (1998) sobre a estabilidade térmica de embalagens de PET, foram coletados diversos produtos desse material e expostos a temperaturas elevadas, a fim de verificar se eram apropriados para uso em forno convencional e de microondas como as fabricantes alegavam. Os resultados demonstraram que o PET é estável quando aquecido a temperaturas abaixo de 230 °C, durante 50 minutos, mostrando-se adequado para os usos propostos.

Cruzando as informações desse estudo e da tabela 2 pode-se aferir que, se forem usados processos de produção que envolvam o aquecimento do material-resíduo no presente trabalho de conclusão, mas não a sua fusão, as temperaturas máximas indicadas para experimentos seriam de 230°C a 250°C. Essas temperaturas são alcançáveis em um forno convencional, o que pode facilitar a etapa de experimentação do trabalho.

2.2.4 Reaproveitamento do PET

Aqui serão mostradas pesquisas sobre o que já existe em relação ao reaproveitamento de PET. Duas categorias distintas foram criadas, a da reciclagem e da reutilização.

2.2.4.1 Reciclagem

Winter (2005), no artigo “Poly(ethylene terephthalate) Film Recycling”, desenvolvido na Bélgica, faz uma revisão sobre os métodos de reciclagem dos filmes de PET. Segundo o autor W. De Winter, o maior uso do polímero PET se encontra no setor de fibras, e o setor de garrafas plásticas e filmes representa somente 10% cada da produção anual desse material. O autor afirma também que o PET é o polímero com maior volume de material reciclado, por se adaptar a quase todos os processos de reciclagem.

No artigo, após a explicação e discussão de métodos de reciclagem como re-uso direto, re-uso após modificação, recuperação de monômero, incineração e reuso de modo modificado, o autor conclui com uma lista de observações. Ele diz que existe uma hierarquia clara de tecnologias de reciclagem de PET, onde o primeiro critério avaliado é o grau de pureza do material-resíduo, e o segundo o custo do processo. Para o PET mais limpo é usado o processo de menor custo, o re-uso direto em extrusão. Para o PET não tão limpo é possível aplicar o re-uso após uma etapa de modificação; amostras mais contaminadas devem ser degradadas em monômeros iniciais, que são separados e repolimerizados, sendo esse um processo com custo mais elevado. E finalmente, para materiais pesadamente contaminados resta a incineração, que não é um processo favorável economicamente.

De acordo com o artigo de Spinacé e de Paoli (2004) que trata da tecnologia da reciclagem de polímeros, o PET reciclado tem limitações para seu uso; apenas é possível a utilização de PET pós-consumo em embalagens multicamadas destinadas ao acondicionamento de bebidas carbonatadas não alcoólicas. Por isso o PET reciclado é utilizado como fibra têxtil (41%), mantas de não tecido (16%), cordas (15%), resinas insaturadas (10%), embalagens (9%), cerdas de vassouras e escovas (5%) e de outros produtos (4%).

2.2.4.2 Reutilização

Aqui são apresentadas algumas designers que usam o PET para confecção de bens de consumo. O material reutilizado é, nesses projetos, proveniente da garrafas de refrigerante, por ser um material presente no dia-a-dia e que tem um grande volume de descarte. Não foi

possível localizar pesquisas ou projetos que contemplassem a reutilização de filmes PET, o que demonstra uma carência do mercado.

2.2.4.1.1 Sarah Turner

Sarah é uma artista e designer inglesa formada pela *Nottingham Trent University* que criou uma empresa onde desenvolve produtos a partir de garrafas plásticas. Já expôs em Londres, Milão e Paris suas criações. Seus produtos com mais destaque são as luminárias, como as apresentadas na figura 16.

Figura 16 - Luminárias de Sarah Turner



Fonte: Sarah Turner (2015).

2.2.4.1.2 Mana Bernardes

Mana Bernardes é uma designer brasileira formada pela PUC Rio que tem trabalhos bastante diversificados entre manuscritos, joias, objetos e outras formas de manifestações artísticas. Possui uma coleção de joias feitas de garrafas PET, onde exemplos são mostrados na figura 17.

Figura 17 - Exemplos de jóias desenvolvidas por de Mana Bernardes usando garrafas PET.



Fonte: Mana Bernardes (2015).

2.2.4.1.3 Gulnur Ozdaglar

Gulnur é uma arquiteta formada em 1986, e que já foi reconhecida por diversos prêmios. Desde 2008 começou a trabalhar com garrafas PET; ela acredita que a real solução para os problemas ambientais atuais é a reutilização ao invés da reciclagem. Entre seus produtos se encontram vasos, copos, joias e botons. Na figura 18 é possível visualizar alguns de seus produtos.

Figura 18 – Exemplos de produtos de Gulnur Ozdaglar



Fonte: Gulnur Ozdaglar (2015).

2.3 PROCESSOS DE PRODUÇÃO COM POSSIBILIDADE DE APLICAÇÃO NO PRESENTE TCC

Foi utilizado o livro “Como Se Faz: 82 Técnicas de Fabricação para Designers de Produtos”, de Chris Lefteri, para realizar uma revisão sobre processos de fabricação que se relacionam com o projeto. Foi utilizado como critério para a seleção desses a aplicabilidade no material e possibilidade de serem reproduzidos em pequena e artesanal escala, com desenvolvimento inicial no presente TCC. Alguns processos também foram incluídos por poderem inspirar novos métodos de conformar o material-resíduo.

2.3.1 Corte a laser

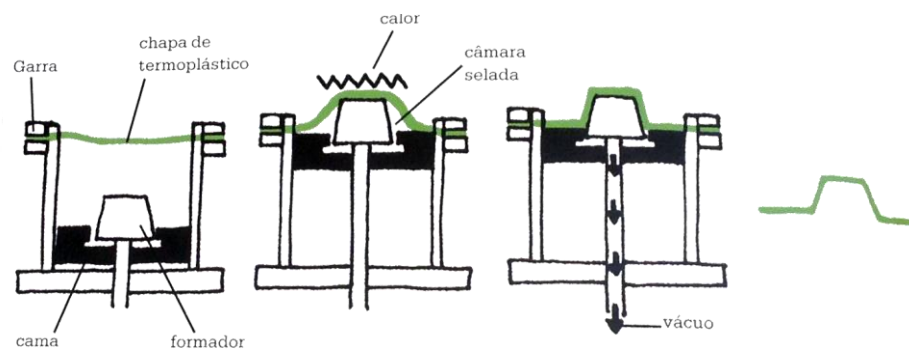
Processo bastante difundido no mercado atual, o corte a laser utiliza de um feixe de luz focalizado e muito concentrado que funde o material, que é expulsado por um jato de gás (por isso em certos materiais como madeira deixa marcas de queimadura). O feixe de laser é guiado pelas informações de um arquivo CAD, sendo um processo extremamente personalizável, e pode ser utilizado em uma gama extensa de materiais.

NO PROJETO: O corte a laser é um processo extremamente versátil e de fácil acesso. O material tem grandes possibilidades de se adequar ao processo devido a sua pequena espessura.

2.3.2 Termoconformação

Termoconformação, ou termoformagem, é um processo que está disponível tanto em larga escala como em pequena e até artesanal escala. É formado basicamente por um molde idêntico à forma pretendida em uma base com sucção a vácuo e um sistema de aquecimento de barras de convecção para a chapa polimérica utilizada. Após o aquecimento, a chapa é pressionada contra o molde e succionada, fazendo com que ela tome a forma em questão, como mostra a figura 19.

Figura 19 - Esquema explicativo de termoconformação.



Fonte: LEFTERI, 2009.

NO PROJETO: O material aparentemente se adaptaria bem ao processo, por ser uma lâmina fina de polímero, porém deverá ser testado para que as propriedades do produto possam ser avaliadas.

2.3.3 Moldagem por contato

É um método de conformar plásticos usando fibras de reforço. Dispõe-se lâminas de fibras no molde e sobre essas é aplicada uma camada de resina líquida para criar uma casca endurecida. Os moldes podem ser feitos de qualquer material, como madeira, plástico ou cimento. As fibras utilizadas são geralmente de vidro ou carbono, mas outras podem ser

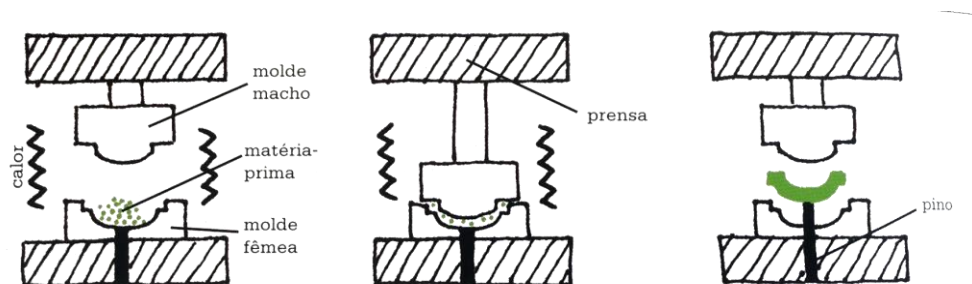
usadas também. A espessura da peça final é controlada pelo número de camadas aplicadas. Variações do processo incluem utilização de vácuo ou pressão na peça.

NO PROJETO: O resíduo de laminação pode ser utilizado no lugar da fibra desse processo. Utilizando uma resina entre as camadas de laminação, um material rígido e resistente pode ser criado.

2.3.4 Moldagem por compressão

Esse processo pode ser aplicado a diversos materiais, como cerâmicas, polímeros termofixos e compósitos de plásticos reforçados com fibras. É usado um molde bipartido aquecido, e no molde fêmea o material em forma de grânulos é adicionado. Então uma prensa aproxima as partes do molde comprimindo o material até dar a forma desejada, sendo que a espessura desta é determinada pela distância entre as partes do molde. Para finalizar os moldes são separados e a peça é ejetada por pinos. A figura 20 ilustra o processo.

Figura 20 - Esquema explicativo da moldagem por compressão.



Fonte: LEFTERI, 2009.

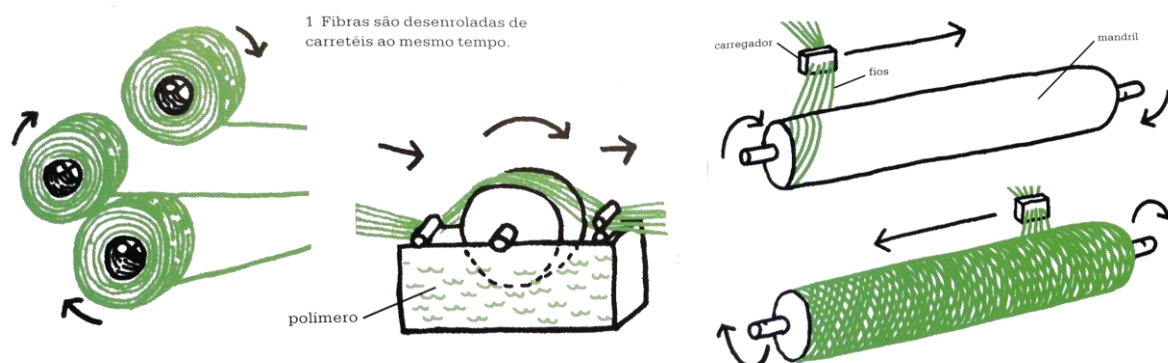
NO PROJETO: Mesmo que o material reutilizado não se encontre em formato de grânulos, um processo similar pode ser testado, utilizando uma prensa aquecida e moldes.

2.3.5 Bobinagem filamantar

Trata-se de um processo onde fibras de reforço são impregnadas em resina polimérica para dar forma a componentes ocios e resistentes. Fios contínuos passam por um banho de resina e são enrolados em um mandril pré-formado até que se chegue à espessura

desejada. A forma como o material é bobinado varia, podendo ser circular, helicoidal ou polar. O processo pode ser visto esquematicamente na figura 21.

Figura 21 - Esquema explicativo da bobinagem filamentar.



Fonte: LEFTERI, 2009.

NO PROJETO: Um processo semelhante pode ser adaptado com as amostras de resíduo recolhidas que apresentam comprimento elevado e pouca largura.

2.4 CONSIDERAÇÕES REFERENTES AO CAPÍTULO 2

Através da pesquisa realizada nesse capítulo pôde-se extrair alguns requisitos e restrições que servirão de guia para o projeto do produto final.

2.4.1 Restrições:

- Ser possível de produzir com meios de fabricação disponíveis: como a metodologia de criação do projeto baseia-se em experimentos e construção de modelos reais, os meios utilizados devem estar ao alcance da autora, sendo na universidade, na empresa originária do material-resíduo ou em locais terceirizados.
- O objeto projetado deve utilizar em sua fabricação o material-resíduo nas dimensões em que é recolhido na empresa.
- Os processos de fabricação utilizados devem ser compatíveis com as propriedades do material-resíduo.

2.4.2 Requisitos:

- Tentar incorporar práticas do ecodesign como: escolha de materiais de baixo impacto ambiental, projetos voltados à simplicidade e modularidade, redução do uso de energia, produtos multifuncionais e produtos com maior durabilidade.
- Tentar seguir conceitos do design sustentável como: centrar o projeto em recursos renováveis, otimizar o emprego dos recursos não-renováveis e não acumular resíduos que o ecossistema não seja capaz de reabsorver.
- Ser esteticamente atrativo: os produtos das empresas que trabalham com reutilização não tem aparência de que o material usado já foi considerado lixo, na realidade na maioria dos casos só se sabe que o produto é sustentável após ter contato com essa informação, o que parece agregar ainda mais valor à um objeto que já era desejado por sua estética e função.

3 PROJETO

Nesse capítulo foi realizada a parte aplicada e prática do projeto, desde o recolhimento do material-resíduo, passando pela fase de experimentação e finalmente a finalização do projeto. O desenvolvimento do projeto se dará de forma intuitiva, onde etapas podem ser acrescentadas ou suprimidas de acordo com a percepção da autora sobre o projeto.

3.1 RECOLHIMENTO DO MATERIAL-RESÍDUO

O recolhimento do material-resíduo do processo de termolaminação na empresa Cadcolor iniciou-se no dia 25 de março de 2015, e até o dia 12 de junho do mesmo ano foram utilizados pela empresa um total de quatro rolos de laminação fosca, quatro de *liner* e menos de um rolo de laminação brilhosa. O material-resíduo foi descartado em caixas de papelão que foram recolhidas e organizadas regularmente. Os materiais foram divididos em laminação fosca, brilhosa e *liner*, e identificados de acordo com material, dia de recolhimento e rolo de laminação (A,B,C ou D, sendo A o primeiro a ser utilizado). A laminação e descarte do material foi realizada pelo funcionário encarregado da empresa para essa função e o recolhimento, pela autora. A Figura 22 mostra o montante de material recolhido no período em questão.

Figura 22 – Montante de material-resíduo recolhido



Fonte: autora.

3.1.1 Avaliação do material recolhido

O material recolhido encontra-se em bom estado, mas por vezes amassado devido à forma de descarte utilizada. Para facilitar o armazenamento do material-resíduo, uma triagem pelo formato foi realizada, onde os mais estreitos e compridos foram grampeados e enrolados, enquanto os mais largos foram sobrepostos e enrolados. Através da triagem pôde-se perceber que a forma do material-resíduo é muito variável, por causa da natureza personalizada do processo. Contudo, alguns padrões puderam ser observados: a maior parte dos resíduos varia de 10 a 20cm de largura e entre 40 e 70cm de comprimento. Sempre é observado uma ou duas lâminas que fogem dessas medidas, extrapolando-as, e diversas tiras que vão de 3 a 6cm.

Um dado importante observado foi a quantidade de laminação brilhosa recolhida quando comparada à laminação fosca. A fosca foi utilizada cerca de quatro vezes mais no período observado, e através de conversas informais foi inferido que isso se repete ao longo do ano. Desta forma, a fim de delimitar e focar o presente trabalho, foi definido que somente o material-resíduo da laminação fosca será utilizado nos experimentos e no projeto.

3.1.2 Cálculos de aproveitamento do material-resíduo

Para determinar o aproximado aproveitamento do material de laminação na empresa Cadcolor, os resíduos recolhidos foram identificados de acordo com o rolo de laminação utilizado. Por exemplo o primeiro rolo nomeou-se A, o segundo B e assim por diante. Entre primeiro de abril e 12 de junho foram utilizados 4 rolos, sendo uma média de duas semanas e meia para utilização de cada rolo de laminação. Para calcular o aproveitamento foi preciso pesar os rolos virgens de filme PET e *liner*, os tubos de sustentação desses e o material-resíduo recolhido de cada rolo. O método utilizado para definir o aproveitamento do material é descrito a seguir.

Como o resíduo do processo de laminação de fotografias é composto de duas camadas de filme PET, o filme base e o *liner*, foi preciso contabilizar esse segundo nos cálculos. Da massa total de resíduo de cada rolo (considera-se as laminações e os *liners* recolhidos no período) foi subtraído a massa líquida do rolo de *liner* para se chegar a massa

de filme base PET que é descartado no processo de laminação. Com esse resultado e a massa líquida do rolo de filme PET base, foi possível calcular a porcentagem de material (PET) que é descartado.

Foi ainda pesado somente o material-resíduo foco desse trabalho, ou seja as laminações com duas camadas (base PET + *liner*). Esse é o material que será utilizado na continuação do projeto. As Tabelas 3 e 4 apresentam os dados recolhidos e calculados.

Tabela 3 - Massa dos rolos

	Massa total (kg)	Massa tubo (kg)	Massa líquida (kg)
Rolo de filme PET base	5,5	0,6	4,9
Rolo de <i>liner</i>	3,3	0,6	2,7

Fonte: autora

Tabela 4 - Massa material-resíduo

Rolo	Massa total (material-resíduo + <i>liner</i>) (kg)	Massa filme base PET (kg)	Porcentagem do rolo (%)	Massa do material-resíduo (kg)
Rolo A	5	2,3	46,94	3,7
Rolo B	5,2	2,5	51,02	3,3
Rolo C	5,6	2,9	59,18	4
Rolo D	5,5	2,8	57,14	4,5
Total	21,3	10,5	-	15,5
Média	5,3	2,6	53,6 %	3,9

Fonte: autora.

Os resultados acima são aproximações da realidade, uma vez que não foi possível exercer um controle total do processo. Mesmo assim, pode-se observar das tabelas que muito material “sobra” do processo de laminação de fotografias, ou seja, cerca da metade do rolo de laminação é descartado. Isso equivale em média a 3,9 kg, aproximadamente cinquenta metros de material-resíduo que pode ser reaproveitado por rolo de laminação utilizado. Projetando-se o observado nesse período, em um ano ter-se-ia cerca de 80 kg de material. Salienta-se que esse dado é apenas considerando a laminação com acabamento fosco.

3.2 EXPERIMENTAÇÃO

Nessa seção foram descritos todos os experimentos realizados pela autora com o material-resíduo, com o objetivo de conhecer melhor o material e fazer pré-testes para

verificar possibilidades de produção e, conseqüentemente, de desenvolvimento de produtos.

3.2.1 Forno caseiro

Foram feitas algumas experiências no forno, contudo nas três primeiras foi constatado que as amostras utilizadas não haviam passado pelo processo de laminação, e portanto uma das superfícies da lâmina continha, ainda, uma camada de termoadesivo, fazendo com que os resultados ficassem distorcidos. Todos experimentos estão descritos a seguir:

1. Foram posicionadas duas folhas de laminação quadradas em cima de um pote de vidro fechado no topo. O conjunto foi colocado no forno (a chama) à 180° por 10 minutos. Ao retirá-lo do forno, pode-se observar que as duas folhas haviam se colado nas partes em que estavam em contato entre elas e com o molde de vidro, dificultando a remoção da peça. A forma final do “produto” obtido através desse experimento é mostrada na figura 23.

Figura 23 – Resultado do experimento em forno caseiro 1 – folhas de laminação sobrepostas – 180°C por 10 minutos.

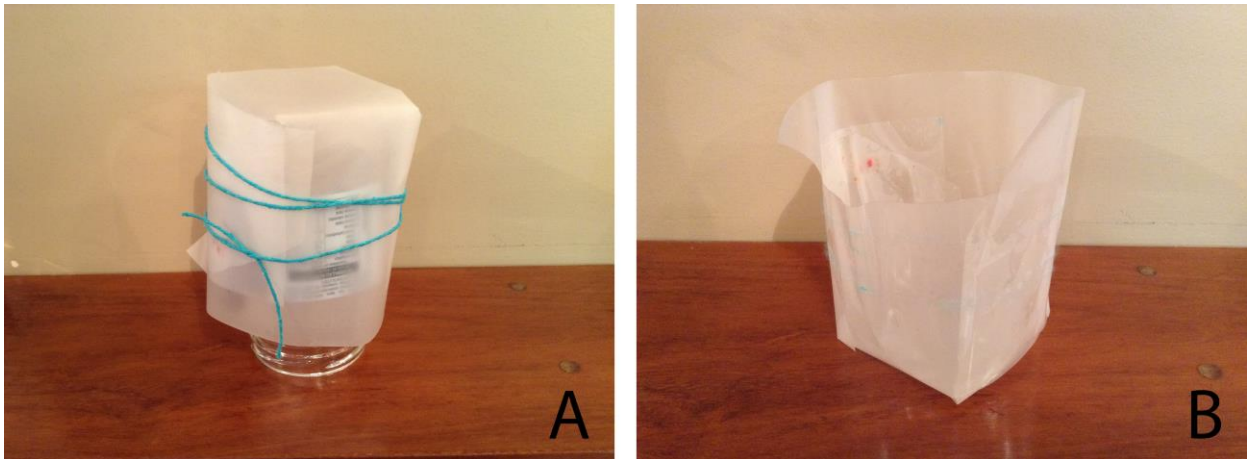


Fonte: autora.

2. Em um segundo experimento foi utilizada somente uma lâmina; nela, foram feitos cortes para que pudessem ser dobradas e amarradas com barbante

como na figura 24(A). A Figura 24(B) demonstra o resultado após a amostra ficar cerca de cinco minutos no forno a 200°C. Notou-se que as partes que estavam em contato se aderiram, fixando a forma desejada. Porém, partes do barbante também aderiram devido ao termoadesivo que se encontrava na lâmina.

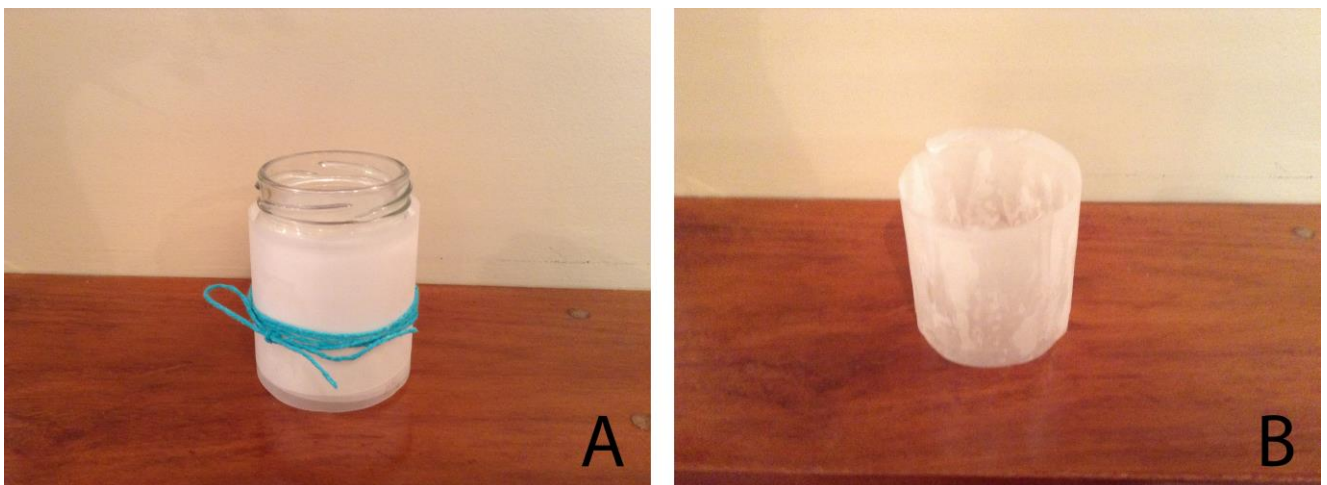
Figura 24 – Experimento forno caseiro 2 – uma folha de laminação – 200°C por 5 minutos.



Fonte: autora

3. Nesse novo experimento, foram utilizadas duas faixas de material enroladas em volta de um pote de vidro e fixadas com barbante, como mostrado na figura 25(A), deixado no forno por 10min à uma temperatura de 200°C. O resultado foi um cilindro de material aderido, como na figura 25(B).

Figura 25 - Experimento forno caseiro 3 – duas lâminas – 10 min à de 200°C.



Fonte: autora

4. Nesse experimento foi utilizado um material já laminado, e por isso é o mais relevante. Duas lâminas retangulares foram posicionadas em cima do pote de vidro, dobradas e amarradas com o barbante, como na figura 26(A). Após cinco minutos no forno (pré-aquecido) a 220°C pôde-se observar que as lâminas não se aderiram, porém fixaram a posição em que se encontravam. Na figura 26(B) observa-se as duas lâminas encaixadas, como saíram do molde e na C as lâminas separadas. O interessante desse experimento é que a lâmina pode ser esticada, mas volta à sua posição original; o material adquiriu uma espécie de “memória”.

Figura 26 - Experimento forno caseiro 4 – material-resíduo (já laminado) – duas lâminas sobrepostas – 220°C, 5 minutos.



Fonte: autora

3.2.2 Impressão por Sublimação

A impressão por sublimação é uma técnica utilizada para personalizar camisetas, canecas, sacolas, garrafas de alumínio, *mouse pad*, entre outros. Utiliza-se uma temperatura

entre 180 e 200° em uma prensa para passar as imagens impressas com uma tinta especial em um papel para o material desejado. Foi utilizada uma prensa de camisetas, à temperatura de 200°C e por 90 segundos para realizar a sublimação bem sucedida no material-resíduo. Pode-se observar na Figura 27 que a imagem não ficou tão homogênea quanto em uma camiseta, mas foi totalmente transferida para o plástico.

Figura 27 - Experimento de sublimação no material-resíduo.

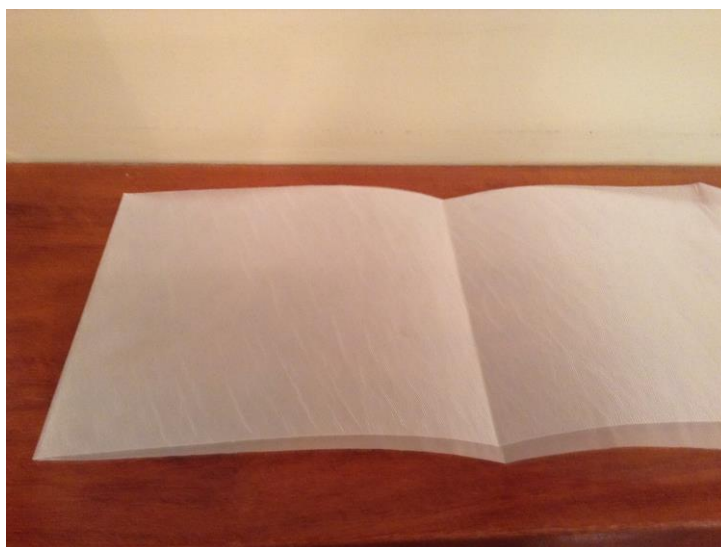


Fonte: autora

3.2.3 Prensa

A mesma prensa usada no processo de impressão por sublimação foi utilizada para outro experimento. A fim de verificar se duas lâminas do material-resíduo poderiam se fundir em uma mais espessa, essas foram posicionadas na prensa e prensadas à 200°C por sessenta segundos. O resultado não foi o esperado, ou seja, não houve adesão entre as lâminas de material-resíduo (provavelmente é necessário uma temperatura mais elevada), porém a prensagem gerou efeito no material: as duas lâminas adquiriram uma textura diferente da original, que pode vir a ser útil no desenvolvimento de um produto. A Figura 28 mostra o resultado obtido.

Figura 28 - Experimento prensa – lâminas de material-resíduo ficam com textura.



Fonte: autora

3.2.4 Fogo

Foi utilizado um isqueiro para verificar o efeito que o fogo causaria no material. Quando muito próximo do fogo, o material pegou fogo ou adquiriu uma coloração escura, porém com a distância ajustada foi obtido um efeito de encolhimento e enrugamento do material-resíduo, o que também é uma possibilidade que pode vir a ser utilizada no desenvolvimento de um produto. A Figura 29 mostra a amostra utilizada após o teste.

Figura 29 - Experimento fogo – enrugamento da superfície da amostra.

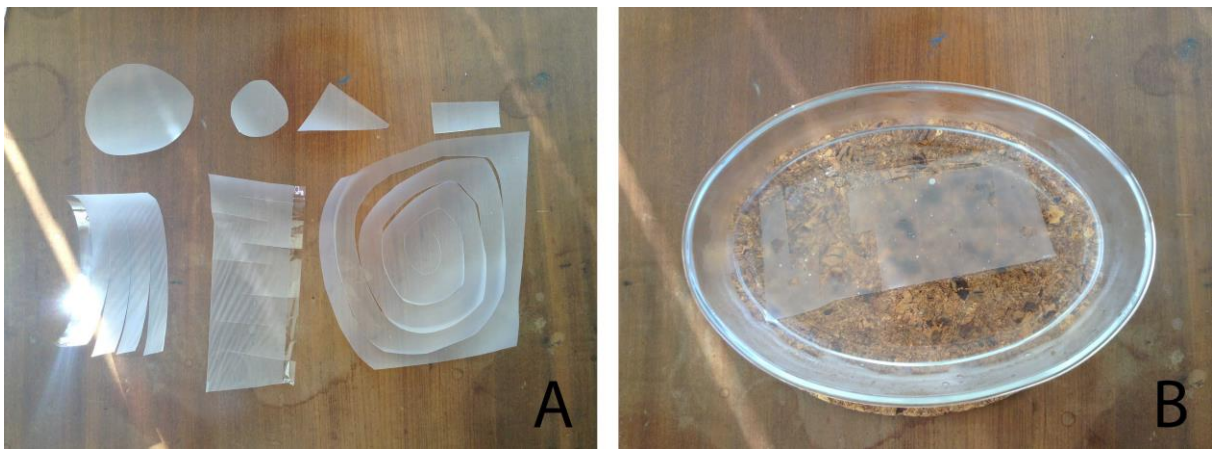


Fonte: autora.

3.2.5 Água Fervente

Foram cortadas amostras do material em diversos formatos e depositados em um recipiente com água fervente. É um processo utilizado para causar ondulação em garrafas PET, aplicado por artesãos. Nas amostras de laminação, contudo, esse processo não surtiu nenhum efeito, apesar de ser o mesmo polímero. A Figura 30(A) apresenta as amostras utilizadas e a Figura 30(B) o experimento em andamento.

Figura 30 - Amostras de laminação em água fervente



Fonte: autora.

3.2.6 Termoconformação

Foi utilizada uma pequena máquina de termoconformação (geralmente usada por dentistas para produzir moldes dentários de silicone) para conferir se o material-resíduo se adaptava ao processo. Foram feitas três tentativas, porém o material não apresentou elasticidade suficiente para tomar a forma utilizada como modelo. A Figura 31 (A) mostra o equipamento utilizado e a Figura 31 (B), um dos resultados obtidos.

Figura 31 - Teste de termoconformação do material-resíduo.



Fonte: autora.

3.2.7 Ferro de solda

Com um ferro de solda foram feitas tentativas de criar desenhos através da fusão do material. O resultado ficou impreciso e com acabamento irregular, como mostra a Figura 32.

Figura 32 - Teste com um ferro de solda no material-resíduo.

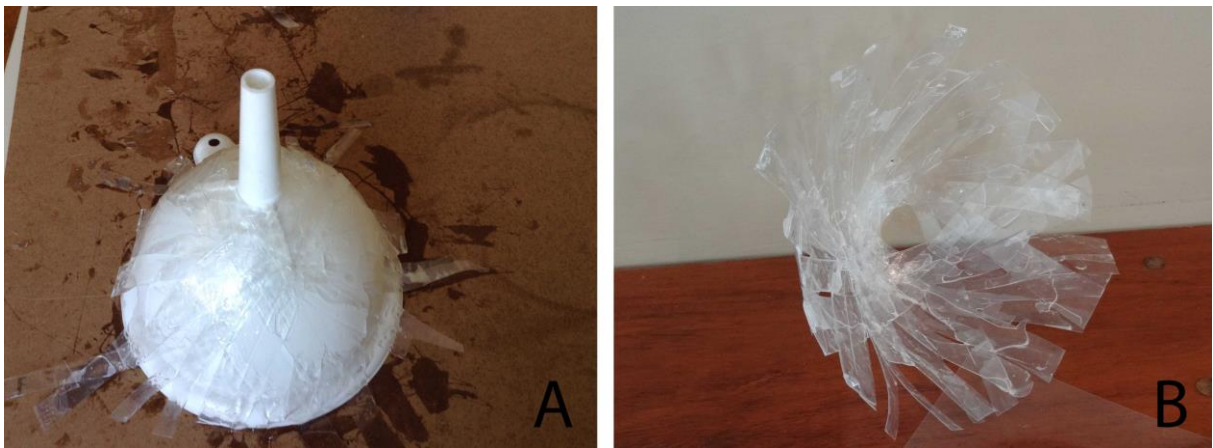


Fonte: autora.

3.2.8 Mistura com resina poliéster

Foi utilizada uma resina poliéster transparente para conferir rigidez e forma ao material-resíduo. Para isso, o material foi cortado em tiras e um funil (com uma camada de vaselina) usado como molde. Cada tira foi mergulhada na resina e posicionada no molde, de forma a cobrir sua superfície. A resina tornou as lâminas translúcidas em transparentes. O resultado foi irregular e insatisfatório, não atingindo o objetivo esperado, de maior rigidez. A Figura 33 (A) mostra o processo e a Figura 33 (B), o resultado obtido.

Figura 33 - Teste com resina poliéster



Fonte: autora.

3.2.9 Mistura com cola branca

Em uma nova tentativa de conferir rigidez e forma ao material-resíduo, foram misturados cola branca e pequenos pedaços das lâminas. A mistura foi depositada em um copo plástico de café. O tempo de cura da cola foi muito elevado (cerca de duas semanas), o material tornou-se transparente e a rigidez foi insatisfatória. A Figura 34 mostra o resultado.

Figura 34 - Teste de material-resíduo com cola branca.



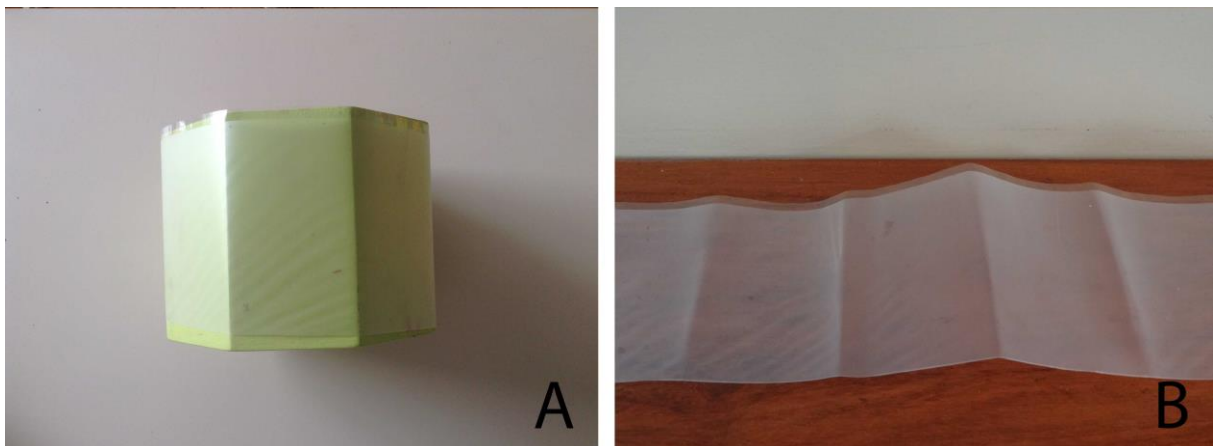
Fonte: autora.

3.2.10 Soprador térmico

Foi utilizado um soprador térmico para realizar dois testes descritos a seguir:

Conformar: Uma lâmina do material-resíduo foi pressionada contra um pote sextavado de madeira utilizado como molde (Figura 35 (A)), e então exposta ao soprador térmico à temperatura de 300 graus Celsius. Como resultado, o material ficou marcado nas arestas do molde, como mostra a Figura 35 (B).

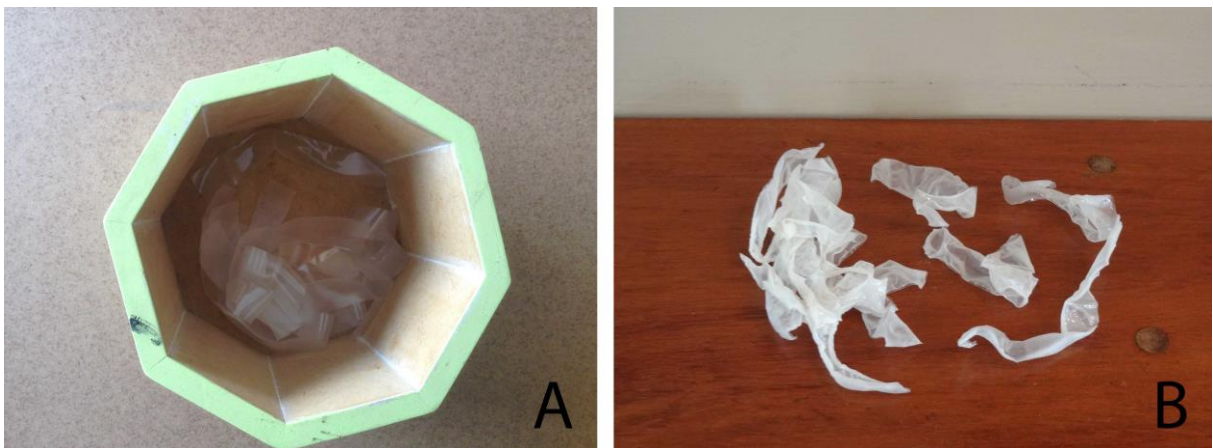
Figura 35 - Teste com soprador térmico - conformação



Fonte: autora.

Fundir: Utilizou-se tiras do material-resíduo em um recipiente para tentar fundir o material, ou verificar o efeito em altas temperaturas com o soprador térmico. Na Figura 36 (A) pode-se observar um estágio intermediário do teste, onde as amostras se contraíram, já na Figura 36 (B) pode-se observar o material ao término do teste, onde foi usada uma temperatura máxima de 400°C. O resultado mostrou que o material começou a se degradar e perder as propriedades.

Figura 36 - Teste de fusão com soprador térmico.



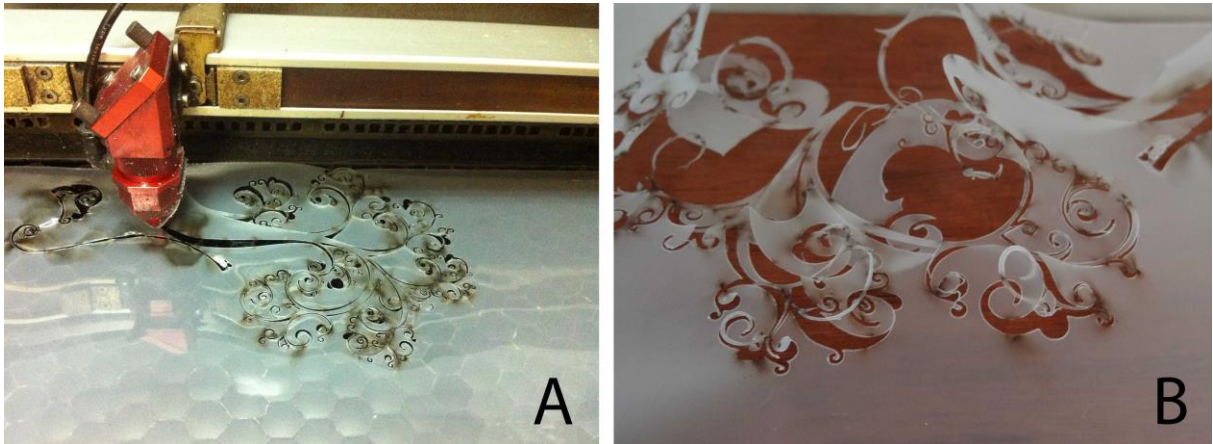
Fonte: autora.

3.2.11 Corte e gravação a laser

Foram feitos testes com o material-resíduo em uma máquina de corte a laser.

Corte: Primeiramente foram feitas tentativas de corte nas lâminas PET. Foram testadas diversas configurações no equipamento, combinando velocidade e potência, porém não foi obtido um resultado satisfatório; os cortes apresentaram marcas de queimaduras, como mostra a Figura 37 (A e B).

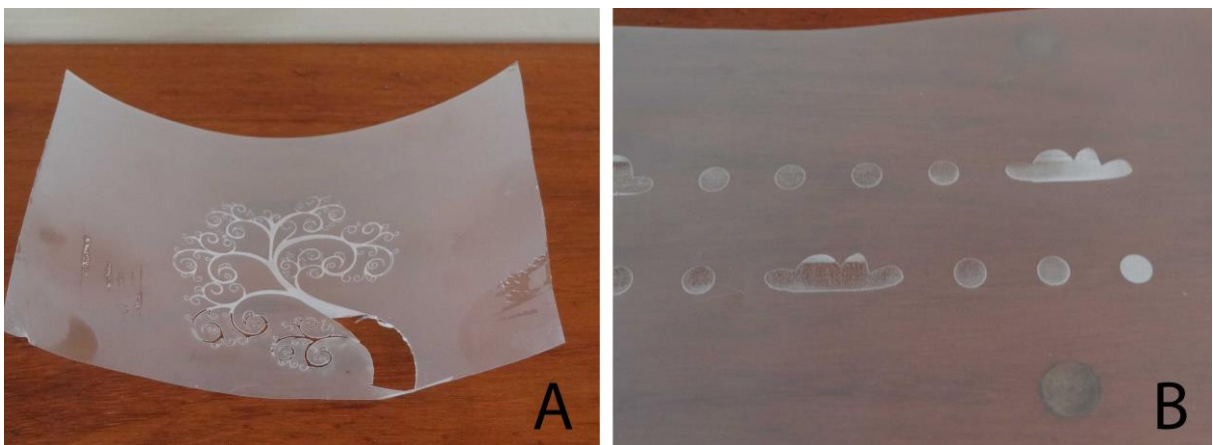
Figura 37 - Teste corte a laser.



Fonte: autora.

Gravação: Após ajustes nas configurações de velocidade e potência, foi possível estabelecer condições ideais para gravar no material-resíduo. A gravação ficou como esperado em imagens pequenas, como na Figura 38 (A), porém imagens maiores necessitariam de novos ajustes, uma vez que quando o feixe de laser ganha mais velocidade altera-se o efeito da gravação no material-resíduo, deixando de ser homogêneo, como mostra a Figura 38 (B).

Figura 38 - Teste com gravação à laser.

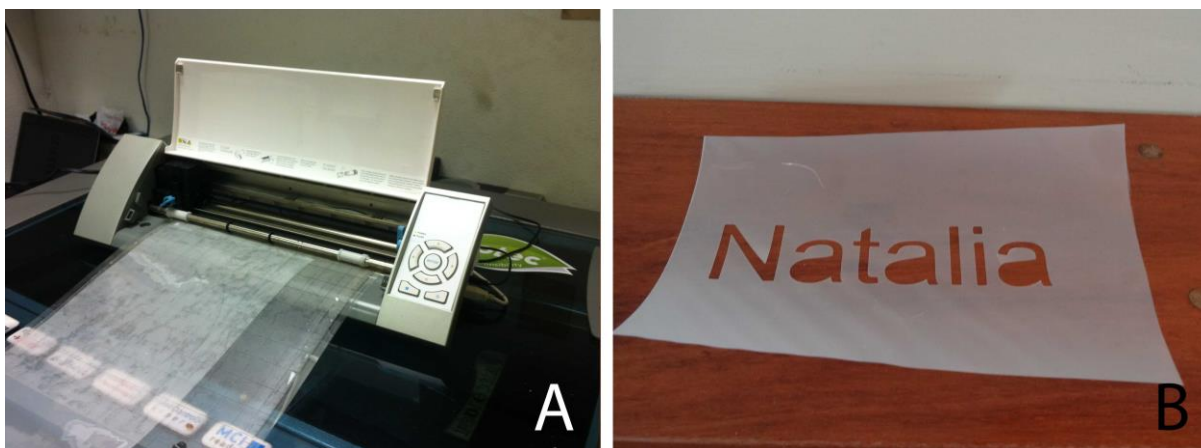


Fonte: autora.

3.2.12 Corte plotter de recorte (Silhouette)

Foram obtidos cortes homogêneos e precisos (Figura 39B) quando utilizada uma máquina de recorte eletrônico no material-resíduo. Esse tipo de equipamento (Figura 39A) utiliza uma agulha para realizar cortes guiados por arquivos CAD.

Figura 39 - Teste com recorte eletrônico.

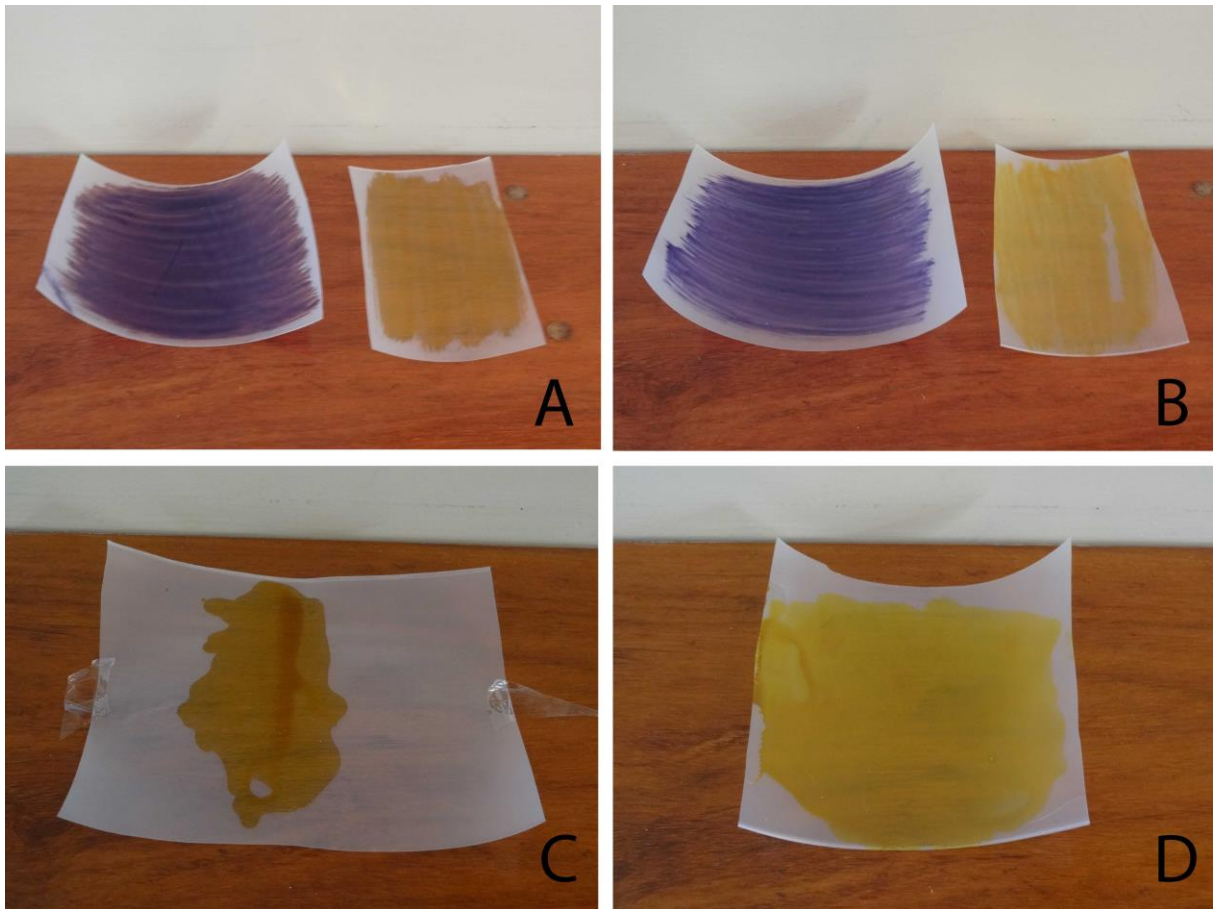


Fonte: autora.

3.2.13 Verniz vitral

Foram realizados alguns testes com verniz vitral a fim de conferir cor ao material-resíduo. Esse verniz é utilizado geralmente para conferir cor a vidros por ter transparência como propriedade. A Figura 40 (A) apresenta as amostras onde a tinta foi pincelada na parte superior da lâmina; pode-se observar que quando a tinta foi aplicada na superfície translúcida essa propriedade foi perdida, tornando o material transparente, o que não aconteceu nas amostras da Figura 40 (B), onde o verniz foi aplicado na parte inferior das lâminas, conferindo cor sem tirar a translucidez do material. Contudo, em todas amostras das figuras A e B pode-se ver a marca das pinceladas, por isso foram feitos mais testes, dessa vez derramando a tinta e deixando que ela escorresse pelas amostras. A amostra da Figura 40(C) apresentou o mesmo problema da A, causando transparência na amostra, já a Amostra da Figura 40 (D) foi bem sucedida. Esse processo funcionou, porém foi preciso de um longo tempo para que a amostra ficasse boa.

Figura 40 - Testes com verniz vitral.

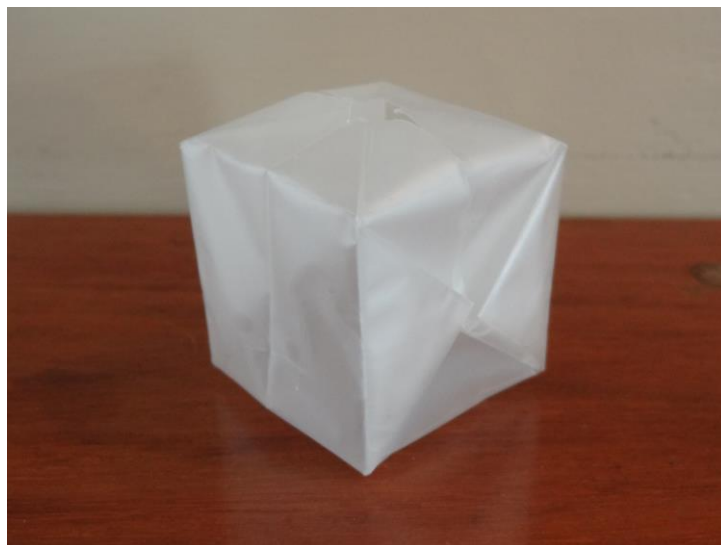


Fonte: autora.

3.2.14 Origami + forno

Para tentar usufruir do efeito de memória que o aquecimento do material causa, descoberto no teste em forno caseiro 4 (item 3.2.1), foram feitos modelos de origami com o material-resíduo que foram postos no forno para fixação da forma. Sem esse último passo os origamis não permaneciam na forma, pois o material desdobrava-se. Foi possível criar os origamis, como mostra a Figura 41, contudo o processo se mostrou trabalhoso, impreciso e difícil de controlar.

Figura 41 - Teste origami + forno.



Fonte: autora.

3.2.15 Material “cru”

Após diversos testes submetendo o material a diferentes processos, foram feitos experimentos utilizando o material em sua forma original, descritos a seguir:

Sobreposição: Várias tiras do material-resíduo foram dispostas de forma que se sobrepussem, e depois foram presas nas extremidades, a fim de gerar um padrão. O resultado é apresentado na Figura 42.

Figura 42 - Material cru - sobreposição.



Fonte: autora.

Curvas: Diversas tiras do material-resíduo com a mesma espessura foram cortadas de forma que a tira seguinte tivesse maior comprimento que a anterior, e depois elas foram presas nas extremidades, gerando um desenho na forma de curvas (Figura 43).

Figura 43 - Material cru - curvas.



Fonte: autora.

Entrelaçado: Para esse teste foi utilizada uma lâmina do material-resíduo com quatro cortes paralelos que não atingiam as extremidades, e cinco tiras do mesmo material com espessura igual. As tiras foram entrelaçadas na lâmina maior criando um padrão quadriculado, como mostra a Figura 44.

Figura 44 - Material cru - entrelaçado.



Fonte: autora.

Cubo origami: Foram criados cubos de origami. Cada cubo é feito a partir de três tiras de laminação de tamanho proporcional 1x6. As três tiras se entrelaçam formando um cubo firme, de forma bem definida e aparência homogênea, como mostra a Figura 45. Esse modelo se difere do cubo do item 3.2.14 pois aqui é necessário vincar as futuras dobras, e não é necessário leva-lo ao forno.

Figura 45 - Material cru - cubo origami.



Fonte: autora.

3.3 MODELOS

Paralelamente e após os testes, foram confeccionados alguns modelos com o material-resíduo. Foi decidido que os produtos finais do projeto seriam uma série de luminárias por causa das características do material. A luz gera efeitos interessantes na translucidez do material, que valoriza-se. Por se tratar de uma lâmina plástica como material principal, as luzes utilizadas para o projeto serão LEDs (Diodo Emissor de Luz), que não geram tanto calor quanto lâmpadas tradicionais, e conseqüentemente não têm risco de fundir ou incendiar o material-resíduo.

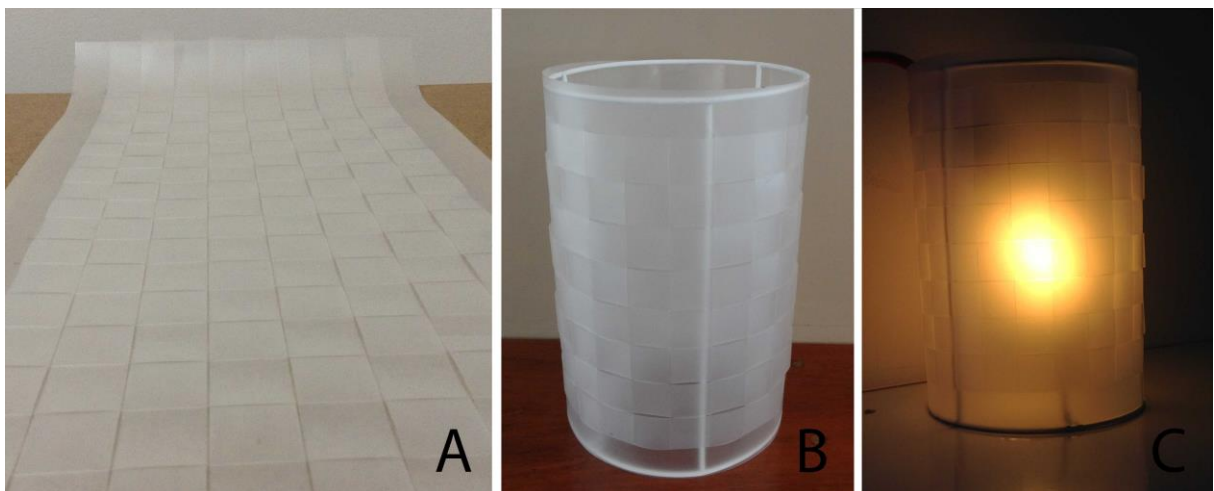
Também foi definido que os modelos seriam confeccionados com o material cru, uma vez que foram os testes que apresentaram melhor custo-benefício, considerando como custo o tempo de trabalho e benefício o resultado estético obtido. Os modelos

confeccionados estão descritos nessa seção. Os melhores e mais interessantes modelos confeccionados farão parte da solução final do projeto.

3.3.1 Abajur entrelaçado

Foi utilizada a técnica descrita no item 3 da seção 3.2.15 para criar um abajur. A estrutura do produto é igual às estruturas utilizadas para fazer pantufas, de arame, e foi pintada de branco para não destacar-se no produto final. Para a pantufas foi utilizado um retângulo grande do material-resíduo e várias tiras do mesmo. As tiras foram entrelaçadas nos cortes feitos no retângulo base de material-resíduo, formando o padrão desejado como mostra a Figura 46(A). O padrão criado foi envolto na estrutura da luminária e fechado através de encaixes. Um sistema simples de lâmpada, soquete e cabo foi utilizado para finalizar o produto, que pode ser visualizado na Figura 46 (B e C).

Figura 46 - Modelos - Abajur entrelaçado



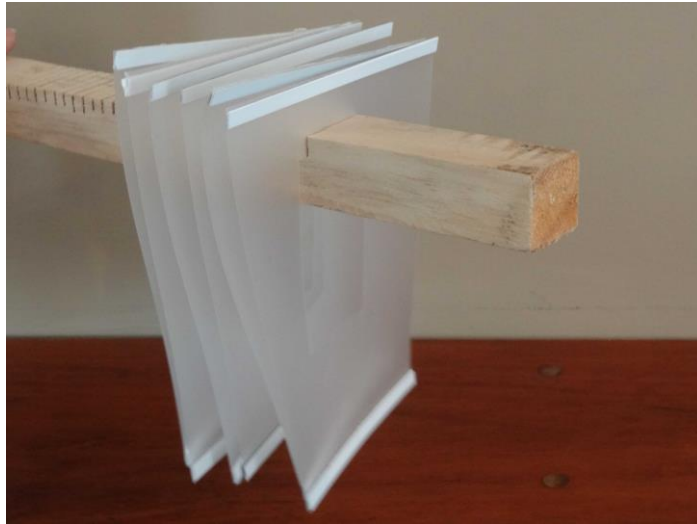
Fonte: autora.

3.3.2 Lustre de lâminas

Esse modelo não chegou a ser finalizado, pois verificou-se sua inviabilidade no decorrer da produção. O objetivo era confeccionar um lustre onde haveria uma estrutura tubular contendo uma fita de LEDs e no decorrer dessa estrutura, transversalmente, estariam diversas lâminas de material-resíduo cortadas de forma a gerar um efeito de movimento. Contudo, como mostra a Figura 47, as lâminas têm tendência a curvarem-se, de

forma que não permaneceriam paralelas, o que seria essencial para a produção desse modelo.

Figura 47 - Modelos - Lustre de lâminas.



Fonte: autora.

3.3.3 Luzes de Natal

Foram feitos dois testes tendo como base um fio de luzes de LED tradicionalmente utilizado no natal. Estão descritos a seguir:

1. Origami + Forno: Esse é o único modelo onde foi utilizado um processo para alterar o material-resíduo, pois foi realizado antes dos testes serem concluídos. O módulo produzido no teste descrito na seção 3.2.14 foi reproduzido algumas vezes e fixado em cada um dos LEDs do fio de luzes. Para fixar, foi utilizada a própria fenda gerada pela dobradura, e um pingo de cola quente. Pode-se observar o resultado na Figura 48.

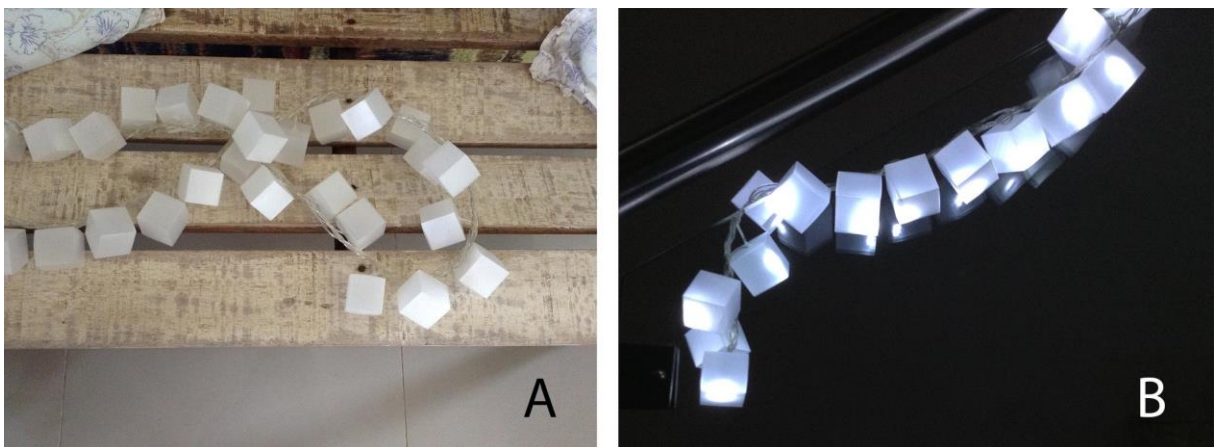
Figura 48 - Modelos - Luzes de natal origami + forno



Fonte: autora.

2. Cubo de origami: Inspirando no modelo do item 1 dessa seção, foi produzido um segundo modelo baseado nas luzes de natal, dessa vez utilizando o cubo de origami produzido no item 4 da seção 3.2.15. A única alteração no cubo foi um corte em cruz no centro de uma das laterais, utilizado para encaixar nos LEDs. Desta forma não foi preciso utilizar cola ou qualquer outro material para confeccionar o modelo. A Figura 49 (A e B) mostra o resultado final com as luzes apagadas e ligadas, respectivamente.

Figura 49 - Modelos - Luz de natal com cubo de origami



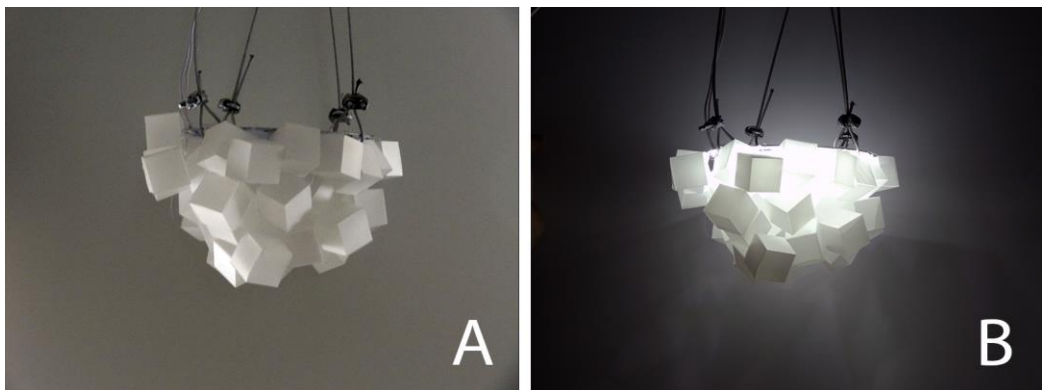
Fonte: autora.

3.3.4 Cubos Origami

Foram confeccionados cinco modelos utilizando os cubos de origami produzidos no item 4 da seção 3.2.15, descritos a seguir:

1. Bagunçado: Esse modelo foi confeccionado tendo como base um circuito circular de LEDs, utilizado geralmente para substituir lâmpadas tradicionais em luminárias de teto. Esse circuito foi fixado por cabos de aço no teto juntamente com o cabo de tomada. Fios de náilon foram amarrados ao circuito e utilizados para fixar os cubos de material-resíduo de maneira orgânica e despojada. A Figura 50 A e B mostra o resultado.

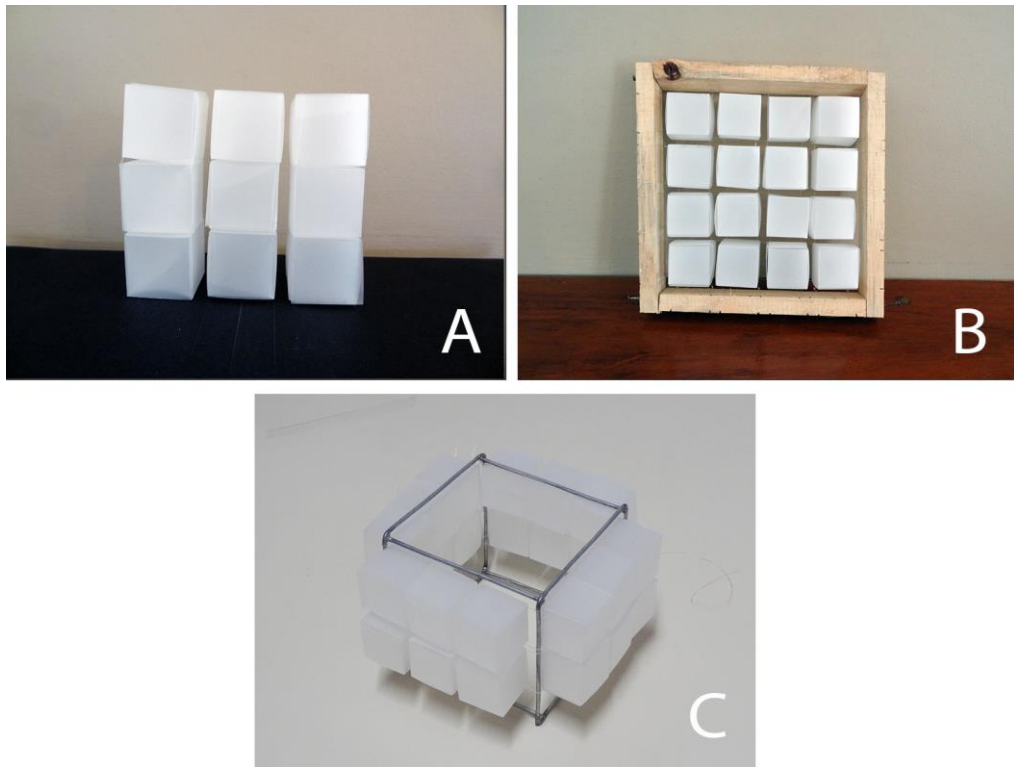
Figura 50 - Modelo - Cubos de origami bagunçados.



Fonte: autora.

2. Vãos: Foram realizados alguns testes para a confecção desse modelo, que não foi finalizado. O objetivo era criar uma luminária onde os cubos não se encostariam, estariam “flutuando”. No primeiro teste, como mostra a Figura 51 (A), os cubos foram presos por fios de náilon em uma extremidade. Mas desta forma os cubos se encostaram e não geraram o efeito esperado. No segundo teste foram utilizadas quatro estacas de madeira para formar uma estrutura onde os fios de náilon ficaram presos pelas duas extremidades, desta vez o efeito desejado foi alcançado, como mostra a Figura 49 (B). Para confeccionar o modelo, foi utilizada uma estrutura em forma de cubo de arame não galvanizado (para que fosse possível soldar). Na estrutura foram amarrados os fios de náilon com os cubos, porém o modelo não foi finalizado pois já apresentava defeitos como o espaçamento necessário e a estética da estrutura, como pode ser observado na Figura 49 (C).

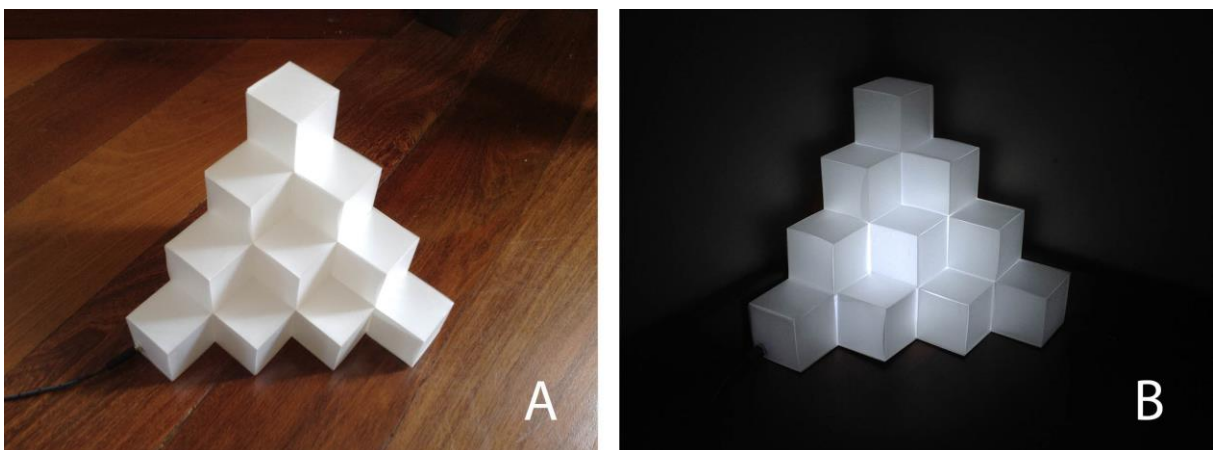
Figura 51 - Modelos - Cubos de origami com vãos.



Fonte: autora.

3. Luminária de Canto: Para esse modelo foram utilizados dez cubos de lado de 5cm. Esses foram dispostos em forma de pirâmide e fixados em uma estrutura de papelão, onde também foram fixadas 3 tiras contendo 6 LEDs cada. A Figura 52 A e B mostra a luminária desligada e ligada, respectivamente. Ela foi confeccionada para ser fixada nos cantos retos entre duas paredes e o teto.

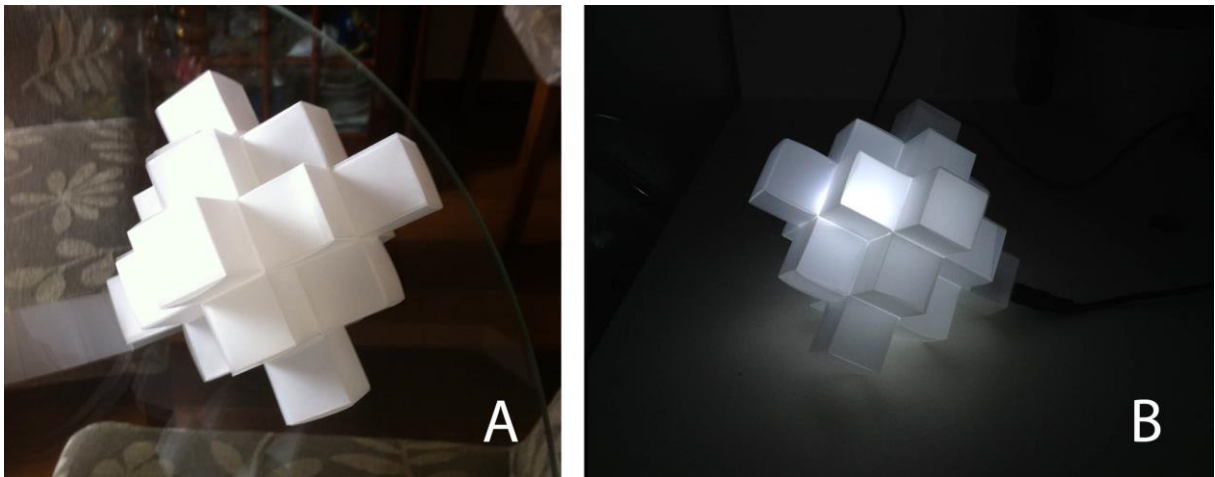
Figura 52 - Modelos - luminária de canto de cubos



Fonte: autora.

4. Luminária de Mesa: Utilizando o mesmo conceito do item 3 desta seção, foi criada uma luminária de mesa, disposto cubos de 2,5cm de lado de forma piramidal. Foram utilizados seis LEDs (em fita) para a iluminação. A Figura 53 A e B mostra o resultado.

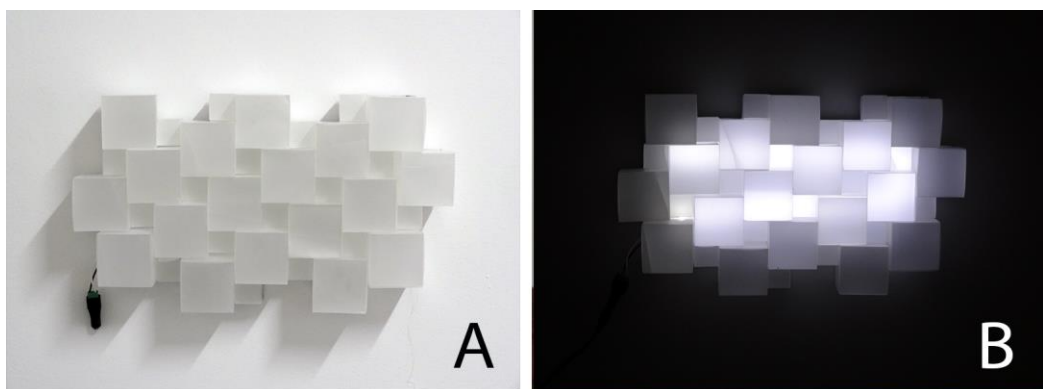
Figura 53 - Modelos - luminária de mesa de cubos



Fonte: autora.

5. Painel: Utilizando uma chapa de poliestireno (PS) recortada como base e uma fita de LED como iluminação foi criado um painel, foram utilizados cubos de 5 e 2,5cm de lado para criar um padrão regular fixado na base por fitas dupla-face. A Figura 54 A mostra o painel desligado e a B, ligado.

Figura 54 - Modelos - Painel de cubos de origami



Fonte: autora.

3.4 SOLUÇÃO FINAL

A Solução final do projeto se trata de uma série de luminárias constituídas de hexaedros do material-resíduo com iluminação de LED. São seis modelos que incluem uma arandela de aresta, uma arandela de vértice, um abajur pequeno, um abajur médio, um fio de luzes e um painel. São luminárias decorativas que conferem luz ambiente com um estilo contemporâneo.

À série foi dado o nome de EDRO, referenciando aos hexaedros no qual o projeto foi baseado. Para o logo (Figura 55) foi utilizada uma tipografia com ângulos retos e delicada, que representa a leveza e geometria das luminárias.

Figura 55 - Logotipo desenvolvido para a série de luminárias



Fonte: autora.

As luminárias Edro seriam produzidas pela autora desse trabalho, designer associada da empresa Cadcolor (onde o trabalho foi realizado), e comercializadas tanto nas lojas da empresa como em outras lojas do ramo de design e iluminação. Uma segunda opção de comercialização das luminárias seria a venda de kits com as peças necessárias para a montagem da luminária para que o próprio consumidor a construísse, no estilo “faça você mesmo”, que ganha cada vez mais espaço sendo disseminado pela internet e é diretamente relacionada a uma cultura de consumo mais consciente.

3.4.1 Protótipos funcionais

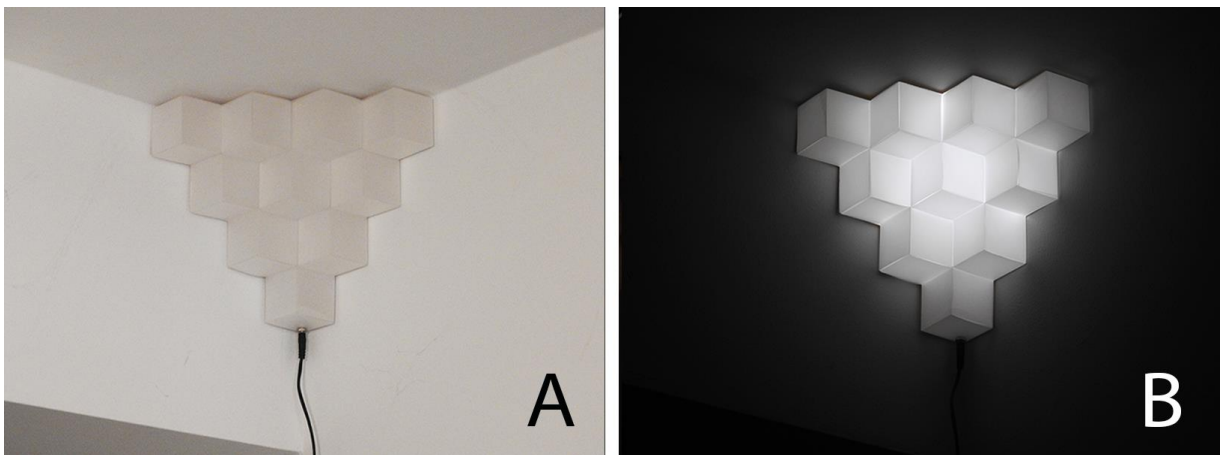
A partir das experiências e dos modelos realizados durante o desenvolvimento do projeto foram produzidos os protótipos funcionais dos seis modelos de luminárias que formam a serie Edro. Com exceção do fio de luzes, as luminárias necessitam de uma fonte para se conectarem à tomada, porque as fitas de LED têm uma voltagem de 12V, enquanto

as tomadas tradicionais em Porto Alegre são de 110V ou 220V. A inclusão dessa fonte no projeto aumenta o custo, mas têm o lado positivo de transformar as luminárias em bivolt.

Arandela de Aresta

A Arandela de Aresta Edro foi concebida para ser utilizada em cantos de duas paredes com o teto. Ela simula um quarto de pirâmide formado por dez cubos do material-resíduo iluminada por fitas de LED branco. A Figura 56 mostra a luminária apagada (A) e acesa (B).

Figura 56 - Protótipo funcional - Arandela de Aresta

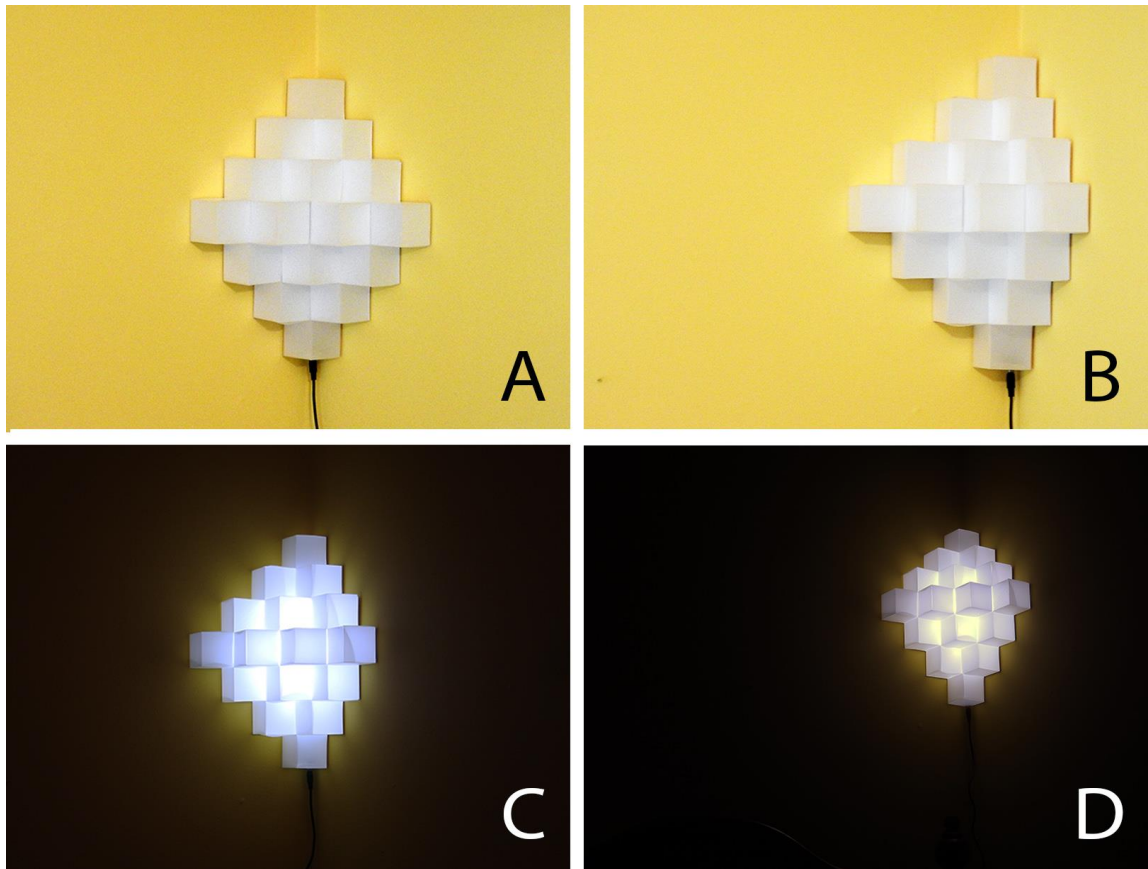


Fonte: autora.

Arandela de Vértice

A Arandela de Vértice Edro é um modelo complementar à Arandela de Aresta; esse modelo pode ser utilizado em junções de duas paredes com o ângulo reto em qualquer altura. Tem a forma de meia pirâmide e é composta por dezesseis cubos do material-resíduo e iluminação de fitas de LED branco. A Figura 57 mostra a luminária apagada (A e B) e acesa (C e D).

Figura 57 - Protótipo funcional - Arandela de Vértice

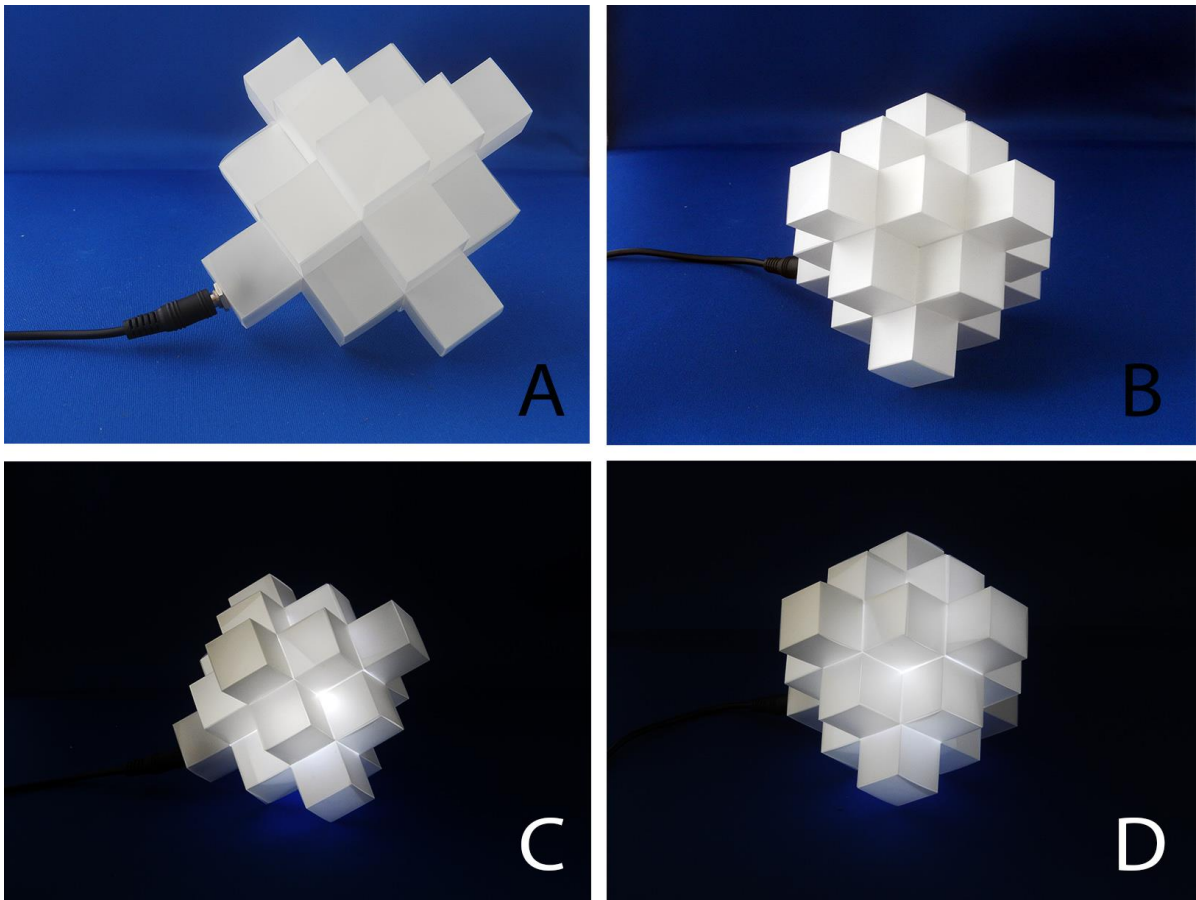


Fonte: autora.

Abajur Pequeno

O Abajur Pequeno Edro é uma luminária de mesa formada por dezoito cubos do material-resíduo e iluminação de LED branco. Ele é feito somente por encaixes, não utilizando nenhum outro tipo de mecanismo de junção, como colas. Sua forma geral se assemelha à um cubo maior que gera ilusões de ótica dependendo do ângulo de visão do usuário. A Figura 58 mostra a luminária apagada (A e B) e acesa (C e D).

Figura 58 - Protótipo funcional - Abajur Pequeno



Fonte: autora.

Abajur Médio

O Abajur Médio Edro é uma versão do Abajur Pequeno onde se utilizam cubos de lado maior, conseqüentemente as dimensões gerais do abajur aumentam. Na Figura 59 A a luminária aparece desligada e na B ligada. Já na Figura 59 C e D o Abajur Médio aparece acompanhado do Abajur Pequeno, desligado e ligado, respectivamente.

Figura 59 - Protótipo - Abajur Médio



Fonte: autora.

Fio de Luzes

O Fio de Luzes Edro é composto de um fio de luzes LED onde cada um dos pontos de luz é envolto em um cubo do material-resíduo, deixando a iluminação mais confortável e decorativa. O Fio de Luzes utilizado vem programado com oito funções, como pisca pisca, alternância de LEDs acesos e etc. A Figura 60 apresenta o Fio de Luzes em duas aplicações.

Figura 60 - Protótipos funcionais - Fio de Luzes.

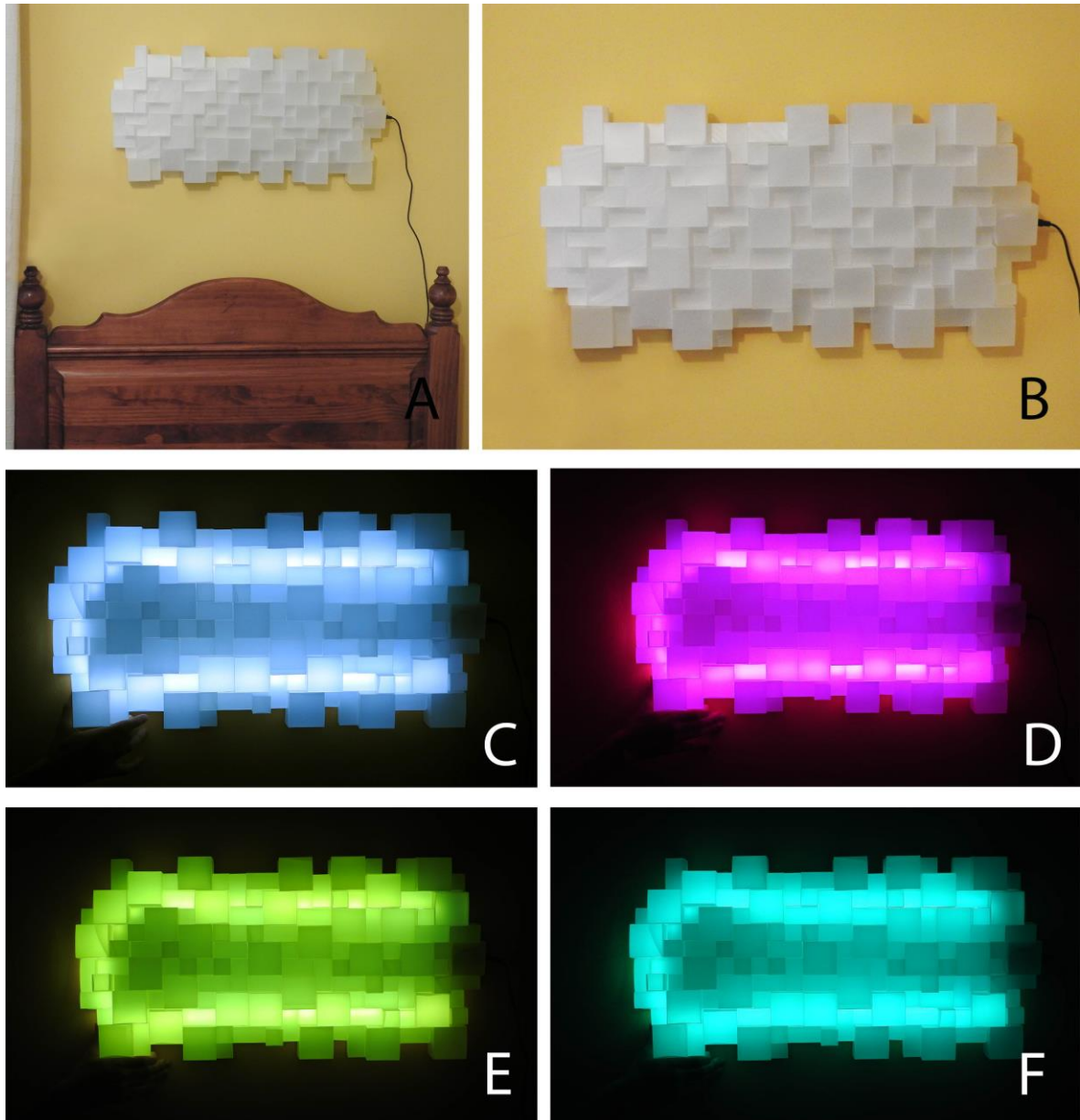


Fonte: autora.

Painel

O Painel Edro é formado por dois tamanhos de cubos e hexaedros retangulares que se encaixam em um mesmo plano formando o desenho irregular e abstrato do painel. O painel é iluminado posteriormente por uma fita de LED RGB e acompanha um controle onde podem ser escolhidas diversas cores e efeitos. O painel tem as dimensões de 60x30cm, porém, com a mesma técnica, podem ser feitos diversos painéis com dimensões e desenhos diferentes. A Figura 61 o painel desligado (A e B) e ligado em algumas de suas funções (C, D, E e F).

Figura 61 - Protótipos funcionais - Painel



Fonte: autora.

3.4.2 Desenhos técnicos e produção.

Nessa seção serão apresentados os desenhos técnicos de cada um dos modelos que fazem parte da linha de luminárias Edro. Esses desenhos se dividem em DT (desenho técnico) Geral da peça, DT morfológico, DT eletrônico e DT de corte e vinco das partes. Também são apresentados os diagramas de montagem dos modelos das luminárias.

Para desenvolvimento e produção desse projeto, uma máquina de recorte digital foi adquirida pela empresa, a Silhouette Cameo. Ela tem o bocal de trinta centímetros e vem com uma base de corte onde o material a ser cortado fica fixado. Na máquina são realizados os cortes e vincos no material-resíduo para que os cubos possam ser montados com precisão. A Figura 62 mostra a máquina com a base de corte e uma laminação posicionada para ser cortada.

Figura 62 - Máquina de recorte eletrônico Silhouette Cameo.

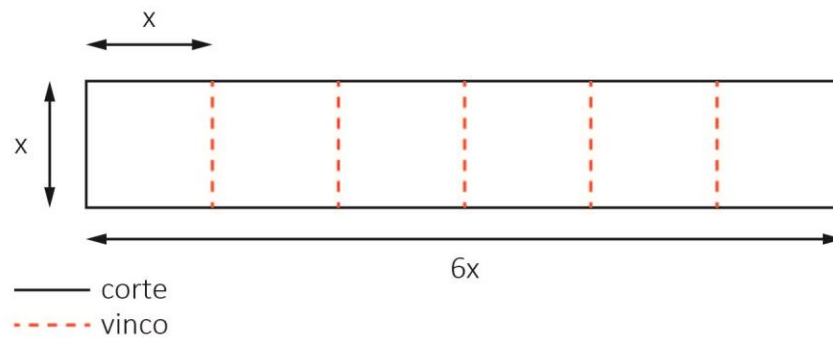


Fonte: autora.

3.4.2.1 Cubo básico

O cubo de origami é a base para todas as luminárias Edro; para a sua confecção é preciso cortar e vincar na máquina de recorte eletrônico três tiras do material-resíduo, como especificado na Figura 63. Na imagem, as linhas pretas representam os cortes, as vermelhas tracejadas os vincos, e o tamanho do lado do cubo é representado por X .

Figura 63 - Detalhamento de dimensões para confecção de um cubo.

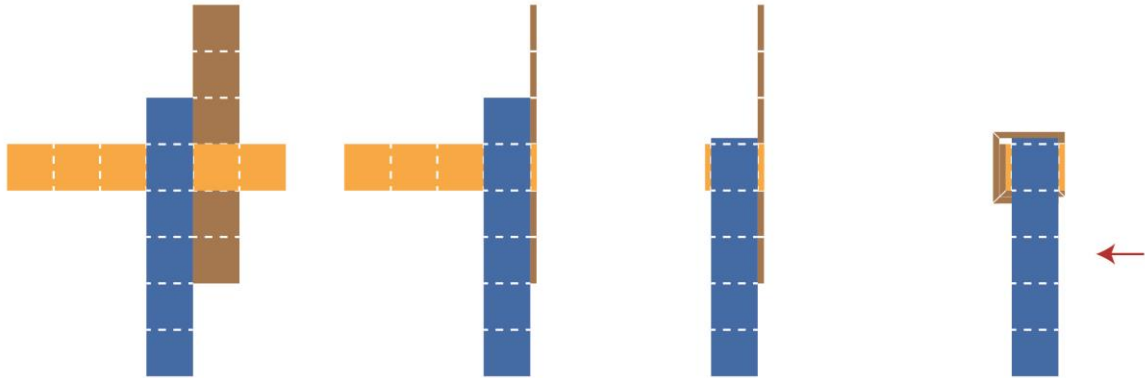


Fonte: autora.

Para a montagem do cubo são necessários alguns passos explicados na Figura 64. Na imagem cada uma das três tiras foi representada por uma cor a fim de melhorar a compreensão, e duas flechas demonstram o próximo ângulo de visão da peça, vista lateral esquerda e vista frontal consequentemente.

Figura 64 - Diagrama para montagem do cubo

VISTA SUPERIOR



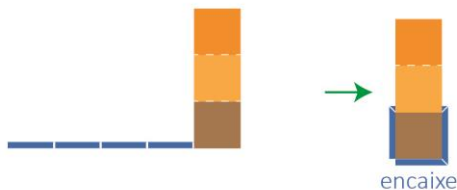
1- Posição inicial. Tira amarela horizontal. Azul por cima da amarela vertical. Marrom por baixo da amarela, vertical.

2- Tira marrom dobra para cima junto com 2 partes da amarela, ficando posicionadas em ângulo reto com o restante.

3- 1 parte da tira azul e 3 da amarela são dobradas para cima também, formando ângulos retos com o restante da tira azul.

4- A tira marrom envolve as tiras recentemente dobradas. Primeiro as 2 partes inferiores e depois as 3 partes superiores.

VISTA LATERAL ESQUERDA



5- Mudando de ângulo, na vista lateral esquerda, pode-se ver 4 partes da tira azul na posição inicial e 3 partes da amarela, sendo uma no primeiro plano e outras duas por trás, no segundo plano.

6- As 4 partes da tira azul envolvem o cubo, passando entre as partes da tira amarela. A última parte da tira azul deve ser encaixada por dentro da tira amarela, que se encontra no inferior do cubo (não visível nessa ilustração).

VISTA FRONTAL



7- Mudando de ângulo, na vista frontal, pode-se ver uma parte da tira azul, e 3 da tira amarela, sendo uma no lado direito do cubo e 2 no lado esquerdo.

8- Primeiro a parte da tira amarela da direita é dobrada para dentro do cubo, depois as outras 2 partes o envolvem. Sendo que a última é encaixada como a tira azul no passo 6.

Fonte: autora.

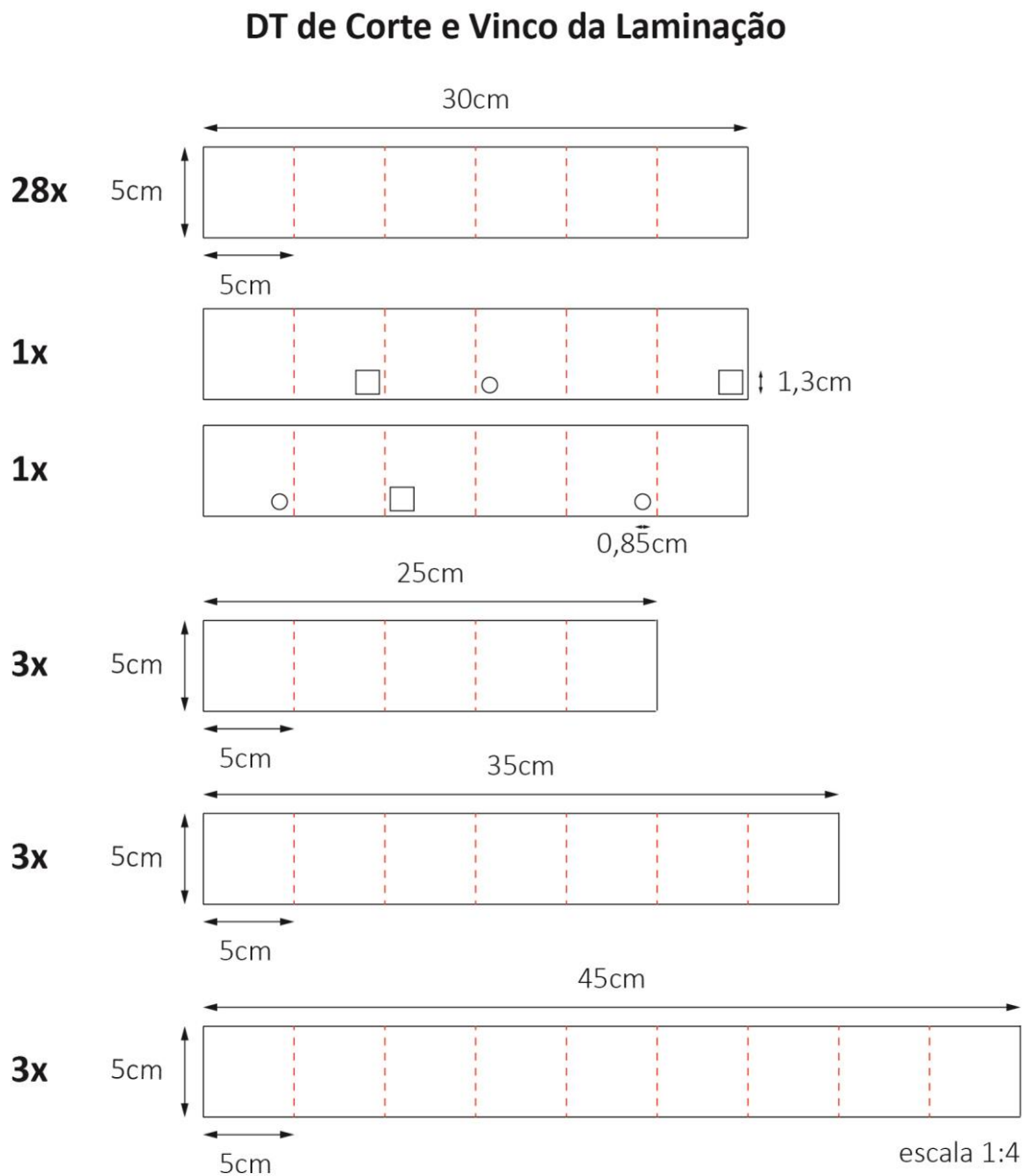
3.4.2.2 Arandela de Aresta

A Arandela de Aresta Edro é formada por dez cubos de lado 5cm (sendo um deles com recorte para fixação do conector da fonte), em uma base de papel tríplice e com iluminação de fita de LED branca. São utilizadas ainda nove tiras de laminação de

comprimentos variados, três de cinco partes, três de sete e três de nove, para a estruturação dos cubos.

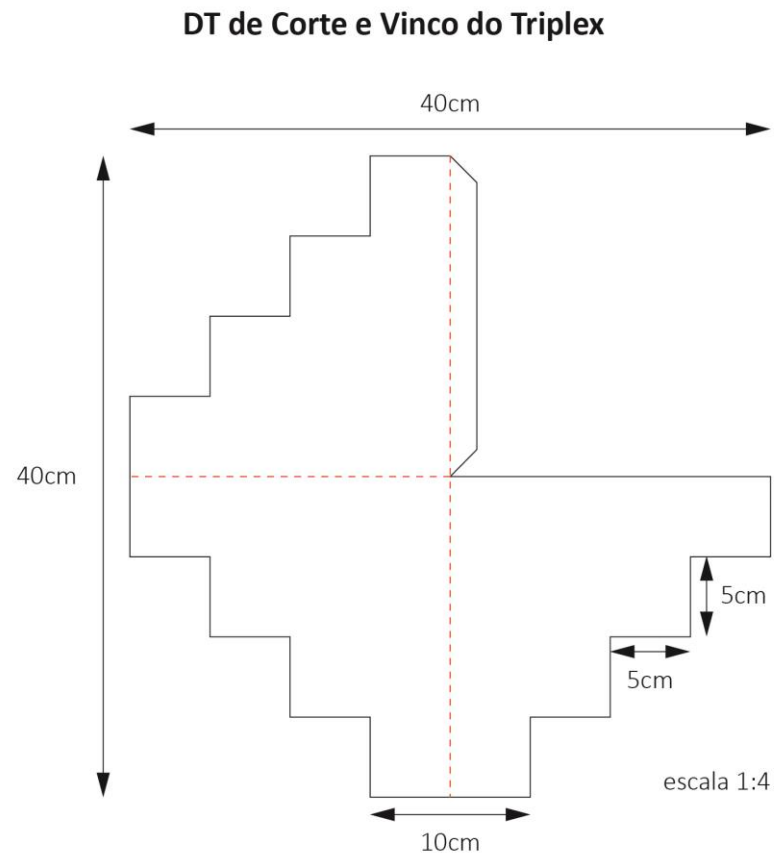
Na Figura 65 é apresentado o desenho técnico de corte e vinco das laminações, juntamente com a quantidade necessária de cada parte, e na Figura 66 é apresentado o desenho técnico do corte do papel tríplice, usado como base da luminária.

Figura 65 - Desenho técnico de corte e vinco da laminação da Arandela de Aresta.



Fonte: autora.

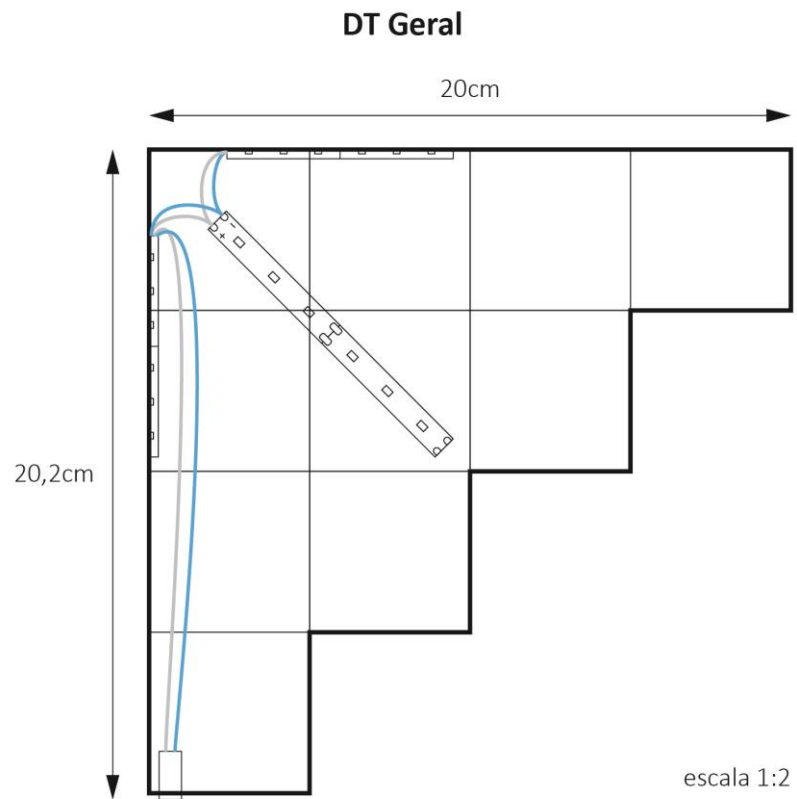
Figura 66 - Desenho técnico de corte e vinco do tríplex da Arandela de Aresta.



Fonte: autora.

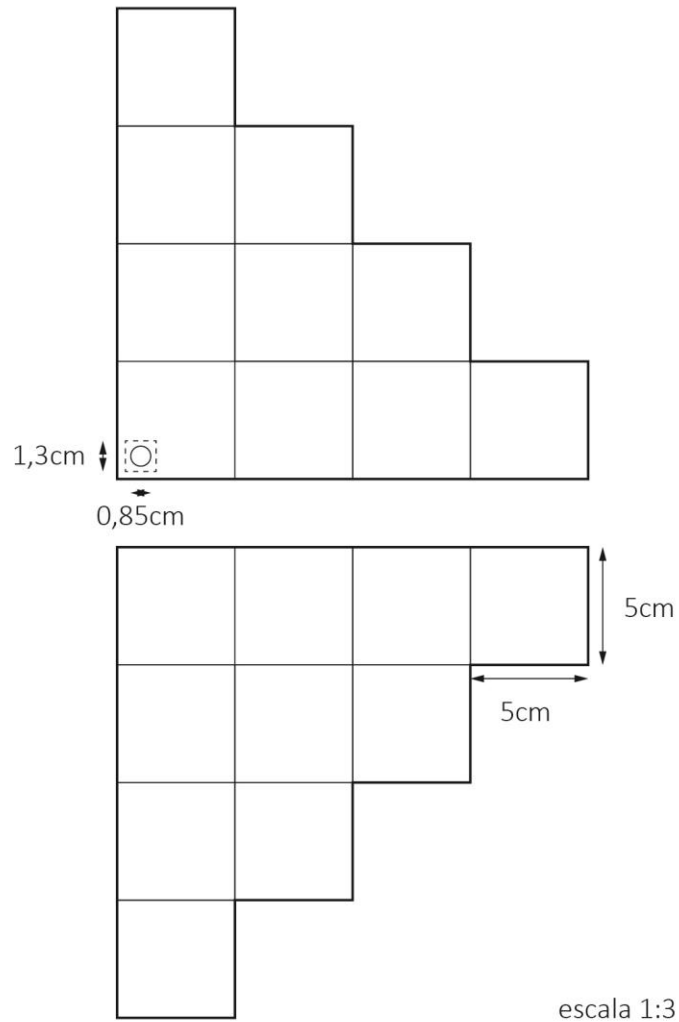
A Figura 67 apresenta o desenho técnico geral da Arandela de Aresta, enquanto a Figura 68 apresenta o desenho técnico morfológico da mesma.

Figura 67 - Desenho técnico geral da Arandela de Aresta.



Fonte: autora.

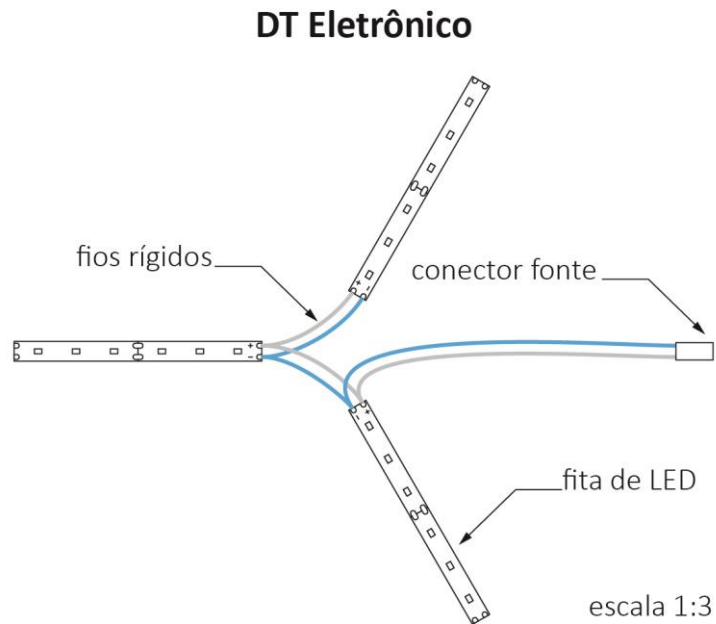
Figura 68 - Desenho técnico morfológico da Arandela de Aresta

DT Morfológico

Fonte: autora.

A Figura 69 mostra o desenho técnico eletrônico da Arandela de Aresta, que inclui seis segmentos de fita de LED, contendo dezoito pontos de luz, soldados entre si, o conector da fonte e os fios rígidos que os ligam. Essa ilustração está planejada, uma vez que cada dupla de segmentos da fita de LED encontra-se colada a 45° em uma parte do triplex dobrado.

Figura 69 - Desenho técnico eletrônico da Arandela de Aresta.

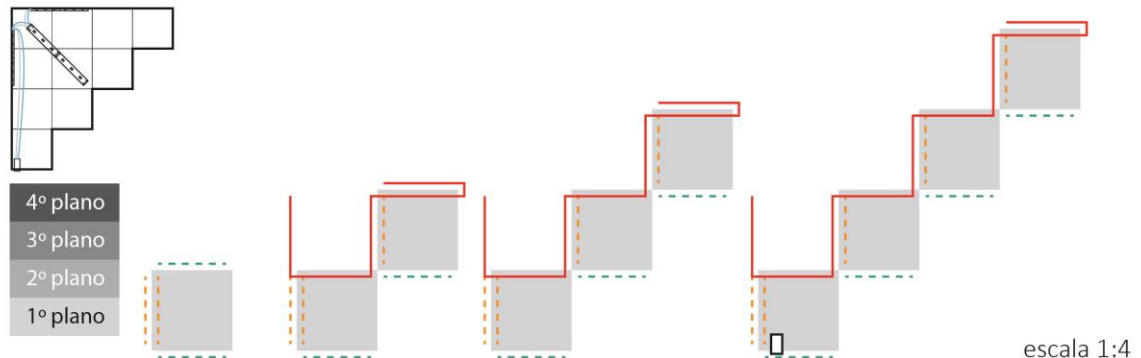


Fonte: autora.

O diagrama da Figura 70 mostra a montagem dos cubos da Arandela de Aresta Edro em três vistas distintas. Os cubos são representados em quatro tons diferentes de cinza, significando planos diferentes, como explica a legenda. Em cada uma das vistas também são representados, pontilhados, as tiras dos outros passos/vistas para uma visão geral e melhor compreensão da montagem. Essa estrutura é colada com fita dupla-face na base de tríplex. Tal base deve ser dobrada nos vincos formando um canto de três planos onde o circuito eletrônico é instalado, também com dupla-face, como mostra a imagem 71 C.

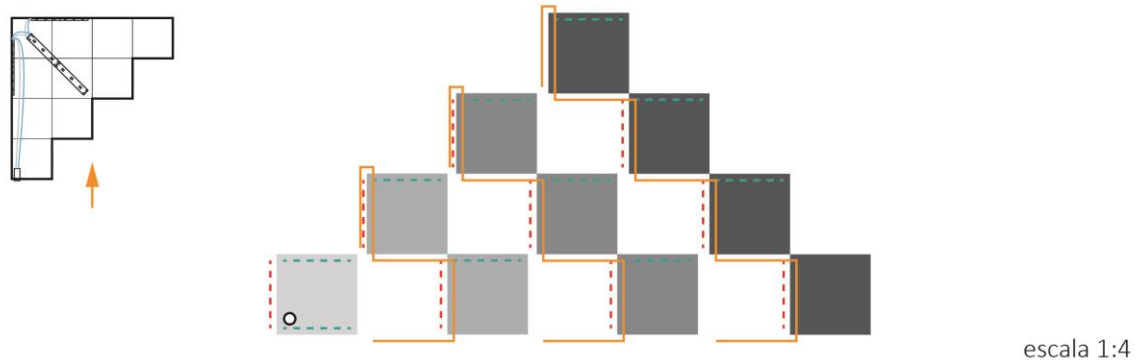
Figura 70 - Diagrama de montagem da Arandela de Aresta Edro.

VISTA SUPERIOR



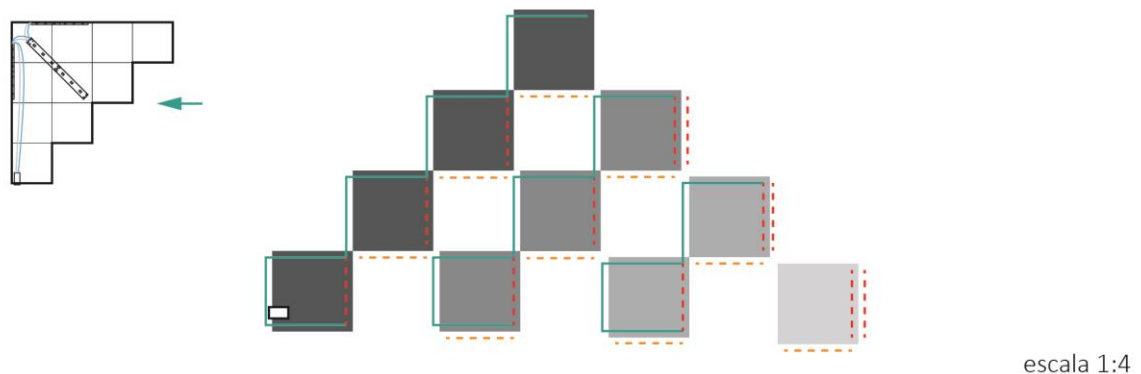
1, 2 e 3- Nessa primeira etapa utiliza-se uma tira de 5 partes, uma de 7 e uma de 9. Cada uma delas unirá os cubos referentes a um nível, assim como mostra o diagrama. O cubo do topo não é unido a nenhum outro ainda.

VISTA FRONTAL



4, 5 e 6- Novamente utiliza-se uma tira de 5 partes, uma de 7 e uma de 9. Para essa etapa os 4 grupos de níveis diferentes são posicionados e fixados com as novas tiras, assim como mostra o diagrama. Na ilustração os quatro grupos aparecem ainda separados para uma melhor visualização, porém já se encontram na posição final.

VISTA LATERAL ESQUERDA

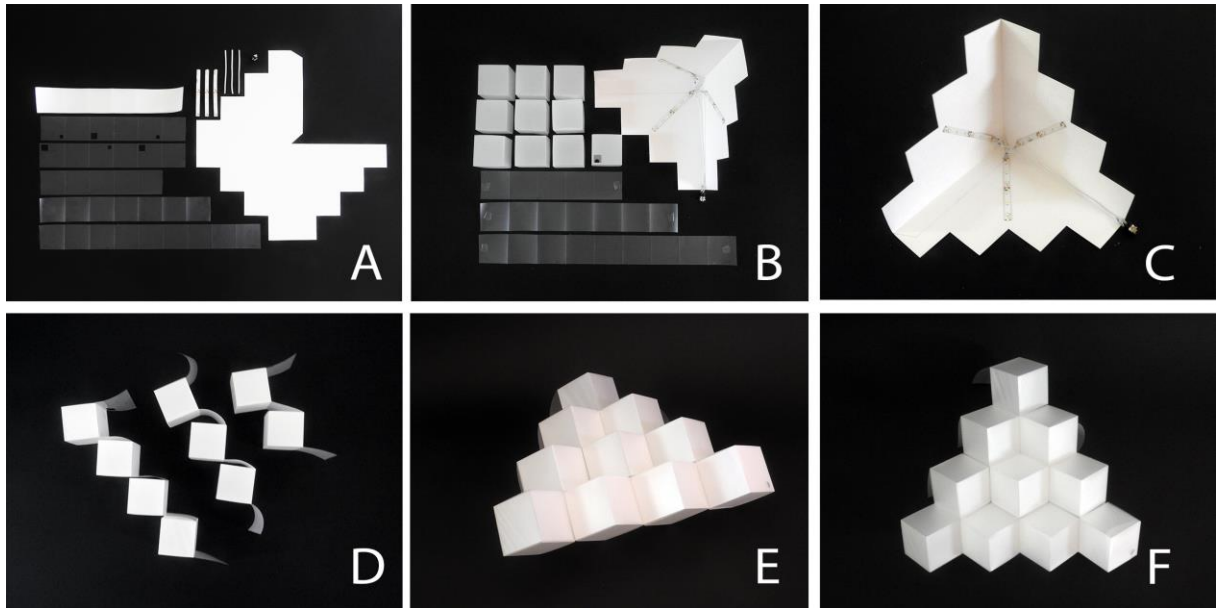


7, 8 e 9 - As últimas tiras são usadas nessa etapa. Apesar de já no posicionamento correto, os cubos ainda não se encontram completamente firmes, essas últimas tiras servem para travar totalmente os cubos e conferir resistência. Novamente os grupos são representados separadamente para melhorar a visualização.

Fonte: autora.

A Figura 71 apresenta seis imagens de diferentes etapas do processo de produção da Arandela de Aresta. A imagem A mostra as peças necessárias para a fabricação, a B apresenta os cubos montados e a estrutura de papel tríplice pronta com o circuito eletrônico, que estão também ampliados na imagem C. Na imagem D é possível observar as etapas 1, 2 e 3 do diagrama completadas e nas imagens E e F são apresentados os cubos já encaixados.

Figura 71 - Imagens de diversas etapas do processo de produção da Arandela de Aresta.



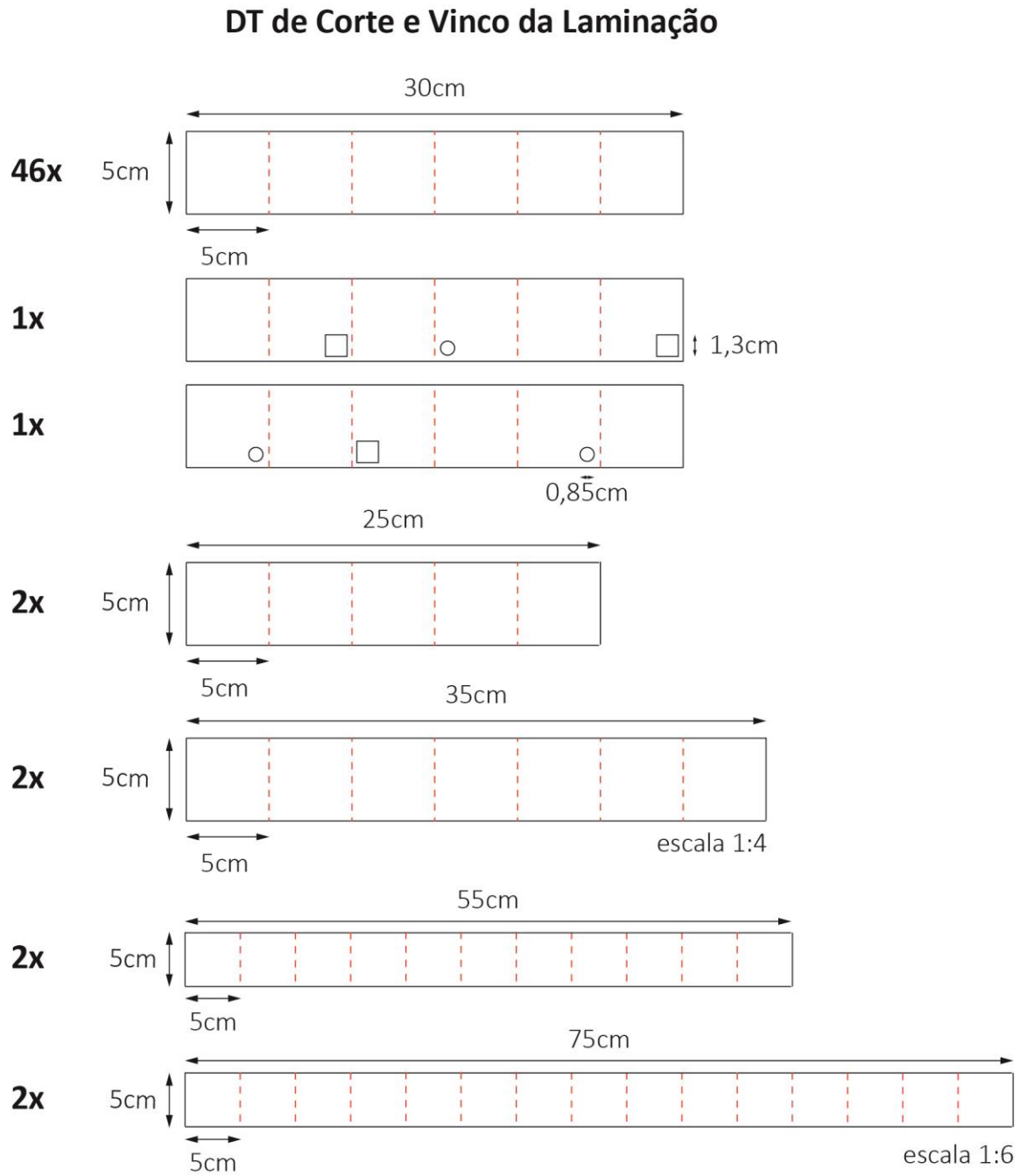
Fonte: autora.

3.4.2.3 Arandela de Vértice

A Arandela de Vértice Edro é formada por dezesseis cubos de lado de 5cm (sendo um deles com recorte para fixação do conector da fonte), em uma base de papel tríplice e com iluminação de fita de LED branca. São utilizadas ainda oito tiras de laminação de comprimentos variados, duas de cinco partes, duas de onze e duas de quinze, para a estruturação dos cubos.

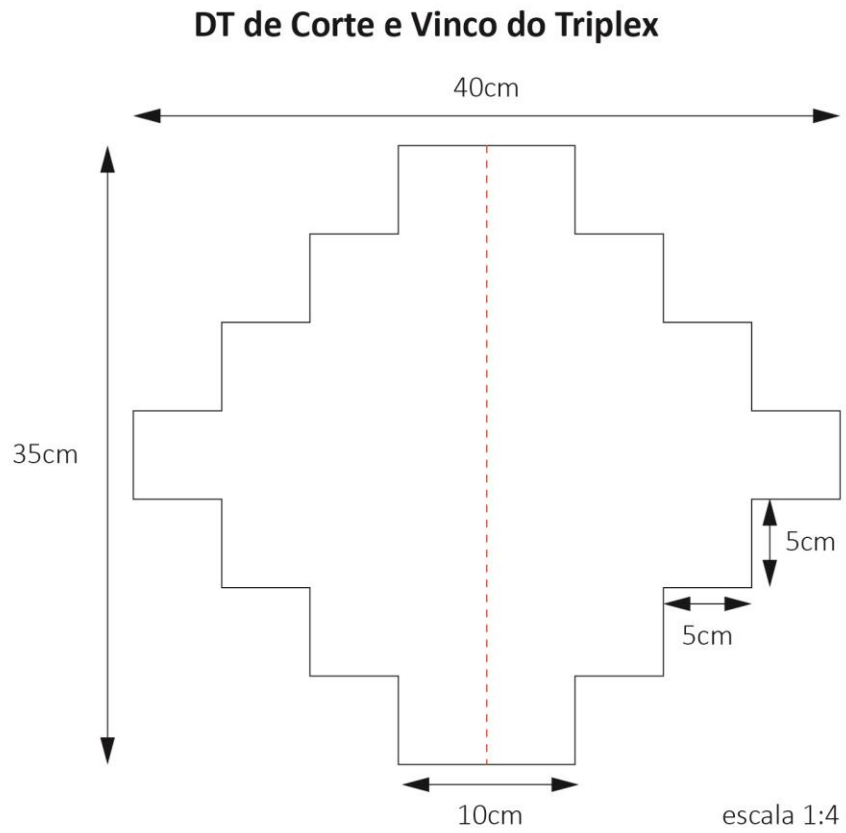
Na Figura 72 é apresentado o desenho técnico de corte e vinco das laminações, juntamente com a quantidade necessária de cada parte, e na Figura 73 é apresentado o desenho técnico do corte do papel tríplice, usado como base da luminária.

Figura 72 - Desenho técnico de corte e vinco da laminação da Arandela de Vértice



Fonte: autora.

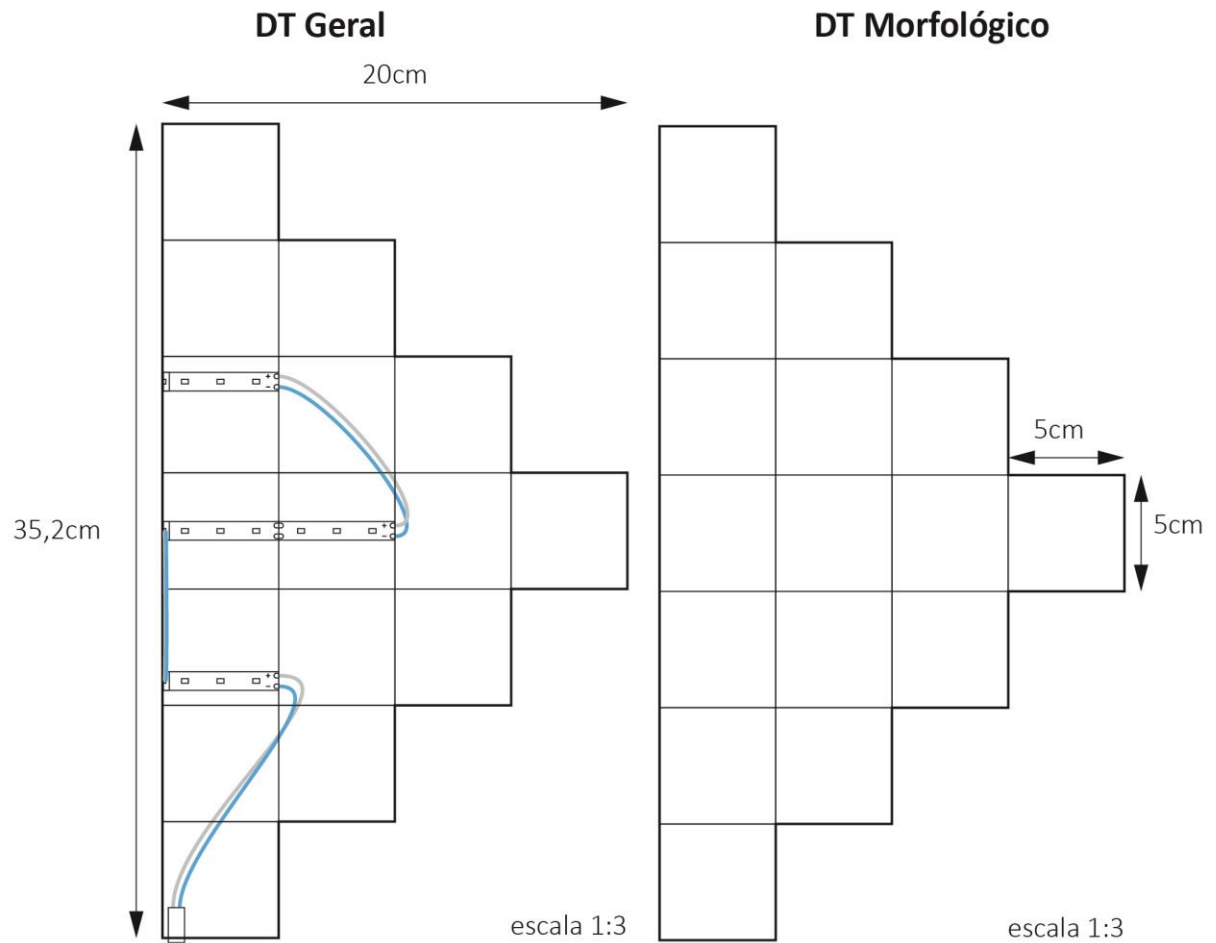
Figura 73 - Desenho técnico de corte e vinco do papel tríplex da Arandela de Vértice



Fonte: autora.

A Figura 74 apresenta à esquerda o desenho técnico geral da Arandela de Aresta, enquanto à direita está o desenho técnico morfológico da mesma.

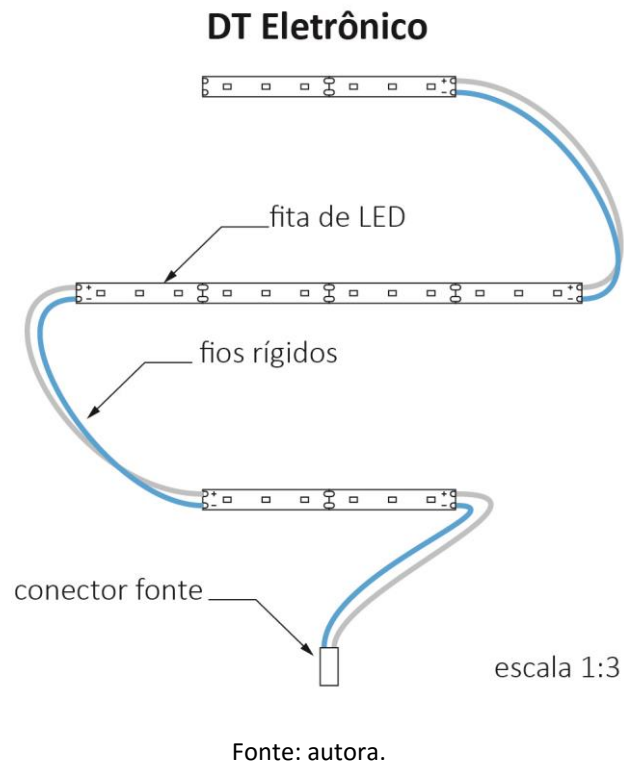
Figura 74 - Desenho técnico geral e morfológico da Arandela de Vértice.



Fonte: autora.

A Figura 75 mostra o desenho técnico eletrônico da Arandela de Vértice, que inclui oito segmentos de fita de LED, contendo vinte e quatro pontos de luz, soldados entre si, o conector da fonte e os fios rígidos que os ligam. Essa ilustração está planejada, uma vez que os três segmentos visualizados estão na verdade dobrados ao meio em 90°, colados no papel tríplex dobrado.

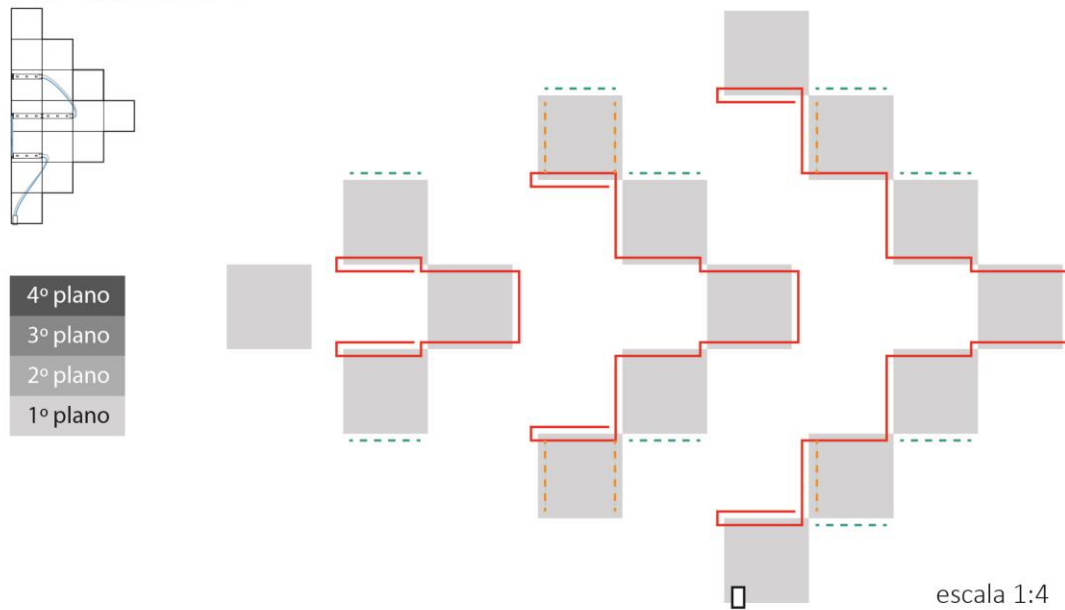
Figura 75 - Desenho técnico eletrônico da Arandela de Vértice



O diagrama das Figuras 76 e 77 mostram a montagem dos cubos da Arandela de Vértice Edro em três vistas distintas. Os cubos são representados em quatro tons diferentes de cinza, significando planos diferentes, como explica a legenda. Em cada uma das vistas também são representados, pontilhados, as tiras dos outros passos/vistas para uma visão geral e melhor compreensão da montagem. Essa estrutura é colada com fita dupla-face na base de tríplex. Tal base deve ser dobrada no vinco formando um ângulo de 90°, onde o circuito eletrônico é instalado, também com dupla-face, como mostra a imagem 78 C.

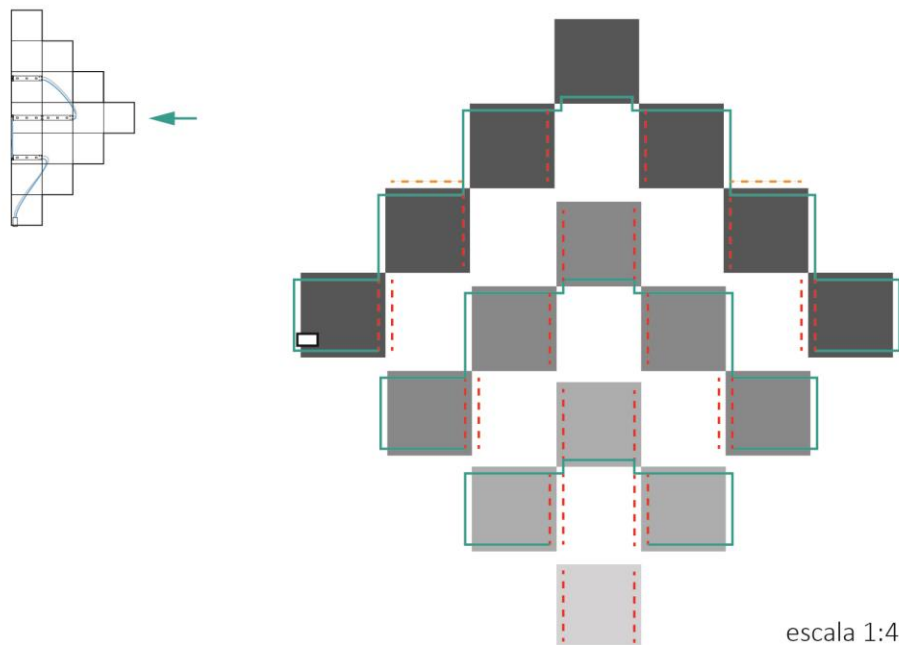
Figura 76 - Diagrama de montagem da Arandela de Vértice - parte 1.

VISTA SUPERIOR



1, 2 e 3- Nessa primeira etapa utiliza-se uma tira de 7 partes, uma de 11 e uma de 15. Cada uma delas unirá os cubos referentes a um nível, assim como mostra o diagrama. O cubo do topo não é unido a nenhum outro ainda.

VISTA LATERAL ESQUERDA

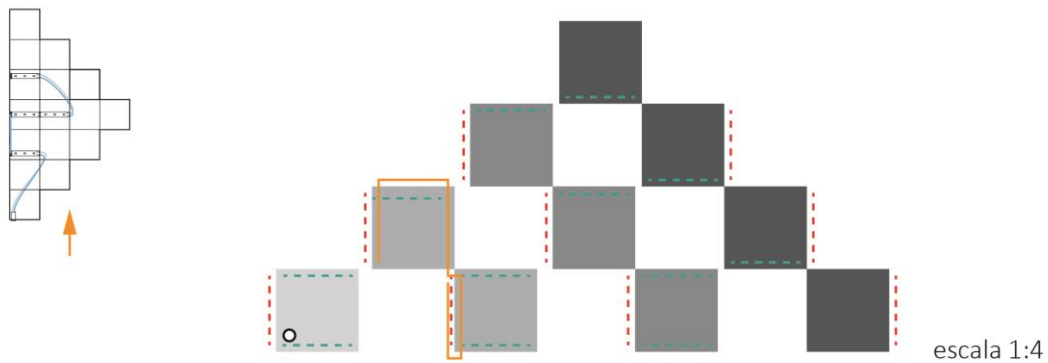


4, 5 e 6- Novamente utiliza-se uma tira de 7 partes, uma de 11 e uma de 15. Para essa etapa os 4 grupos de níveis diferentes são posicionados e fixados com as novas tiras, assim como mostra o diagrama. Na ilustração os quatro grupos aparecem ainda separados para uma melhor visualização, porém já se encontram na posição final, conectados.

Fonte: autora.

Figura 77 - Diagrama de montagem da Arandela de Vértice - parte 2.

VISTA FRONTAL

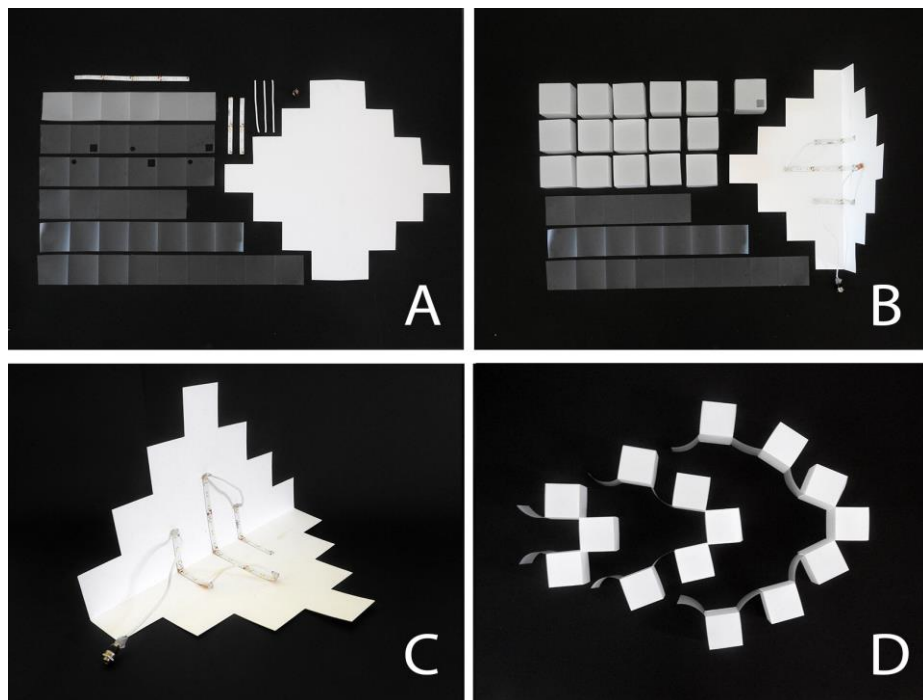


7 e 8 - As últimas duas tiras, de 5 partes, são usadas nessa etapa. Apesar de já no posicionamento correto, os cubos ainda não se encontram completamente firmes, essas últimas tiras servem para travar totalmente os cubos e conferir resistência. Novamente os grupos são representados separadamente para melhorar a visualização.

Fonte: autora.

A Figura 78 apresenta quatro imagens de diferentes etapas do processo de produção da Arandela de Vértice. A imagem A mostra as peças necessárias para a fabricação, a B apresenta os cubos montados e a estrutura de tríplice pronta com o circuito eletrônico, que estão também ampliados na imagem C. Por fim, na imagem D é possível observar as etapas 1, 2 e 3 do diagrama completadas.

Figura 78 - Imagens de diferentes etapas do processo de produção da Arandela de Vértice.

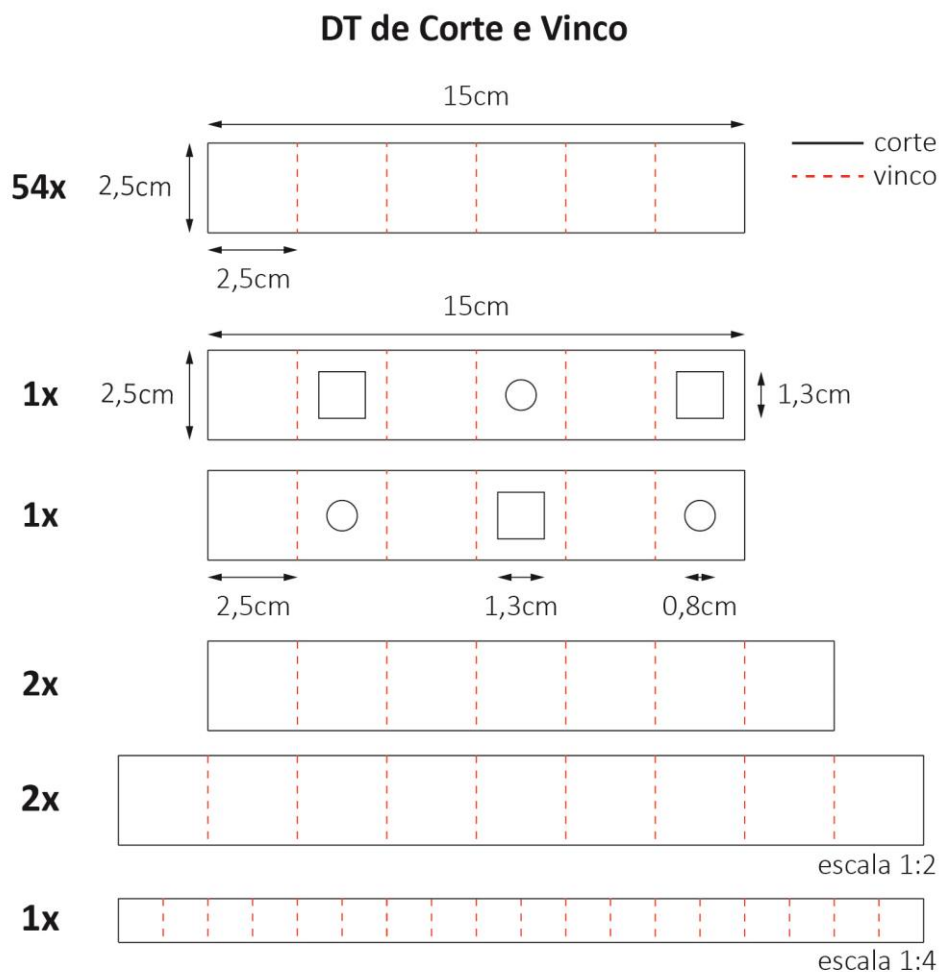


Fonte: autora.

3.4.2.4 Abajur Pequeno

O Abajur Pequeno Edro é formado por dezoito cubos de lado 2,5cm, sendo que em um dos cubos o conector da fonte é instalado, necessitando de um corte diferenciado. São necessários ainda sete tiras de conexão com comprimentos variados, duas com seis partes, duas com sete, duas com nove e uma com dezoito. A Figura 79 mostra o desenho técnico de corte e vinco desse modelo, com as quantidades respectivas de cada tira necessária.

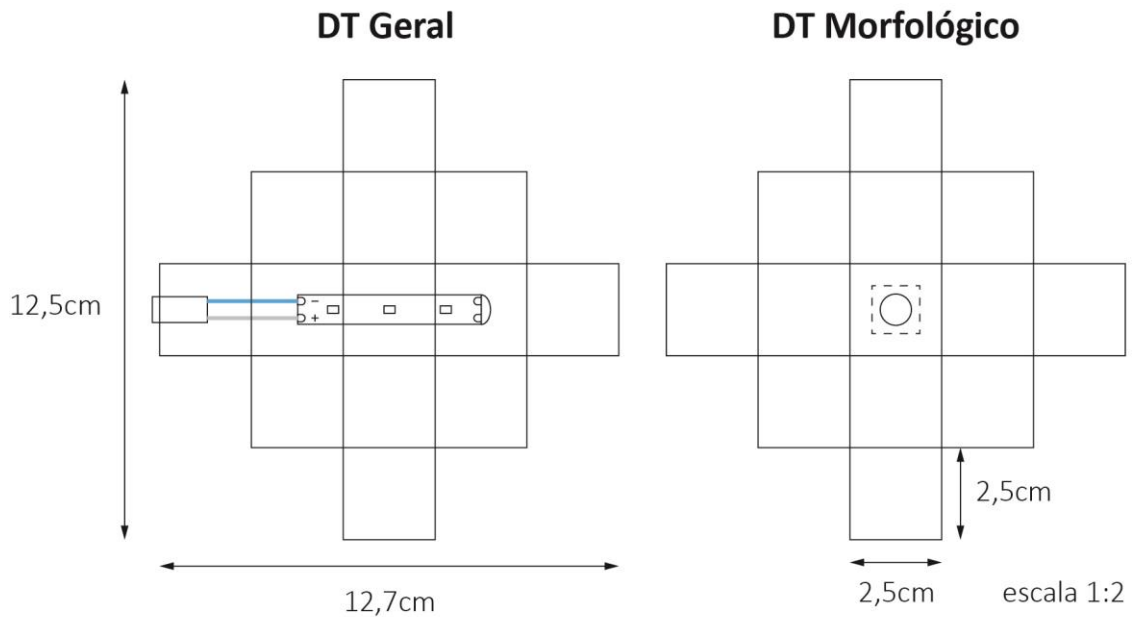
Figura 79 - Desenho técnico de corte e vinco do Abajur Pequeno



Fonte: autora.

A Figura 80 mostra à esquerda o desenho técnico geral da peça, e à direita é possível observar o desenho técnico morfológico apenas, sem as partes elétricas.

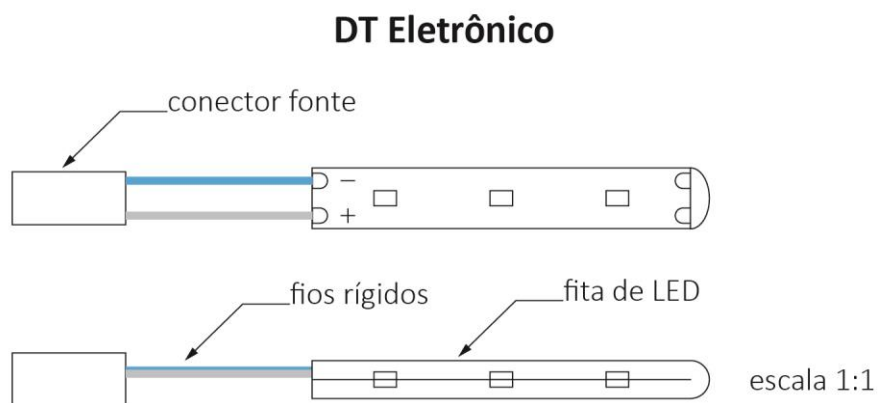
Figura 80 - Desenho técnico geral e morfológico do Abajur Pequeno.



Fonte: autora.

A Figura 81 mostra o esquema eletrônico do Abajur Pequeno, que inclui o conector da fonte, dois segmentos da fita de LED dobrados, contendo no total seis pontos de luz, e os fios rígidos que conectam as duas partes.

Figura 81 - Desenho técnico eletrônico do Abajur Pequeno.



Fonte: autora.

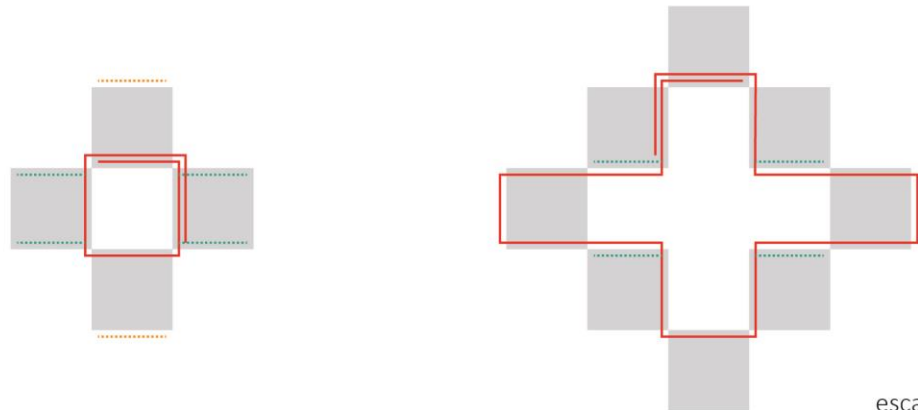
As Figura 82 e 83 mostram um diagrama para a montagem do Abajur Pequeno. As tiras de conexão são representadas por três cores diferentes, dependendo da vista exibida. Os cubos são representados em três tons diferentes de cinza, que representam planos

diferentes, para a melhor compreensão do diagrama. O diagrama começa do pressuposto que os cubos e a parte eletrônica já estão montados.

Figura 82 - Diagrama de montagem do Abajur Pequeno Parte 1

VISTA SUPERIOR

- 3º plano
- 2º plano
- 1º plano

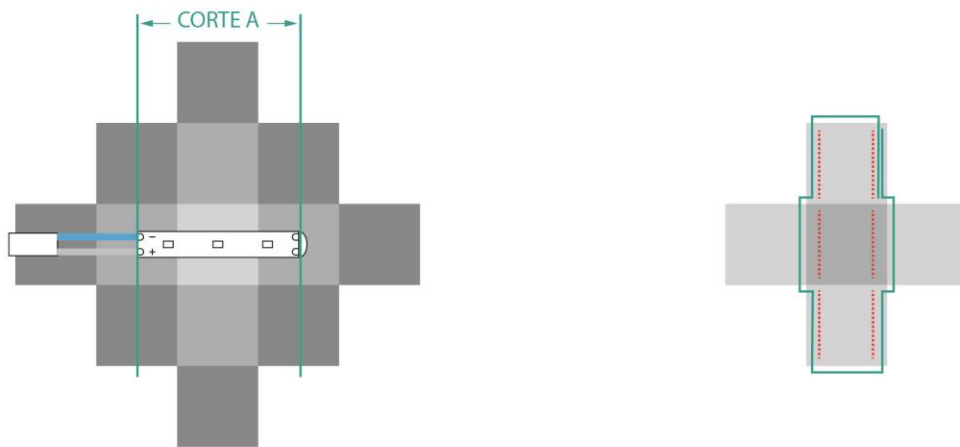


escala 1:2

1 e 2- Junta-se 4 cubos com uma tira de 6 partes de comprimento. Eles são conectados com a tira passando por dentro de um dos lados de cada cubo, sendo que duas dessas partes de sobrepõe para fixação. O processo é repetido, para que se tenha 2 grupos de 4 cubos.

3- Primeiramente posiciona-se 8 cubos como indicado. Esses 8 cubos devem ser unidos com a tira de 18 partes como mostra o diagrama, novamente com duas delas se sobrepondo para fixação. É importante observar onde a tira passa por dentro e por fora dos cubos.

CORTE A



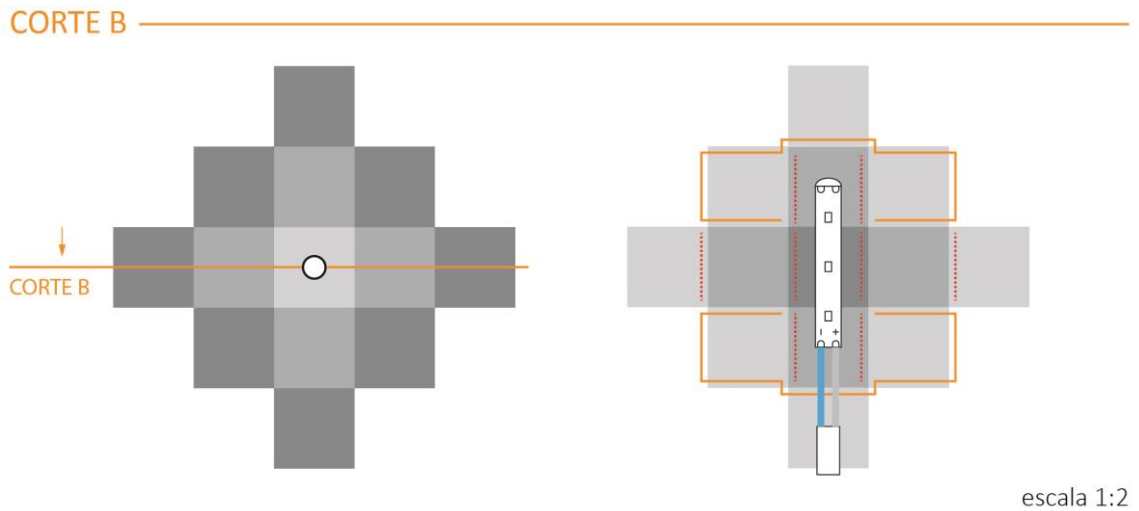
escala 1:2

O diagrama acima mostra, em uma vista lateral, os cortes de visão dos próximos passos.

4 e 5 - Para juntar os dois grupos de 4 cubos e o de 8 construídos nos passos anteriores usa-se as tiras de 9 partes. os três conjuntos são sobrepostos e a tira passa por dentro dos cubos verticalmente e horizontalmente por fora. O processo é repetido no lado oposto da peça.

Fonte: autora.

Figura 83 - Diagrama de montagem do Abajur Pequeno Parte 2



O diagrama acima mostra, em vista superior, o corte de visão dos próximos passos.

6 e 7- Para acoplar os últimos dois cubos usa-se as tiras de 7 partes como descrito no diagrama. O último cubo é acrescentado já com o circuito de LED fixado nele.

Fonte: autora.

Na Figura 84 pode-se observar três momentos da montagem do Abajur Pequeno, na imagem A, as peças necessárias estão dispostas, na B, os cubos já estão montados, e na C observa-se os passos 1,2 e 3 do diagrama completados.

Figura 84 - Fotos de três momentos da montagem do Abajur Pequeno



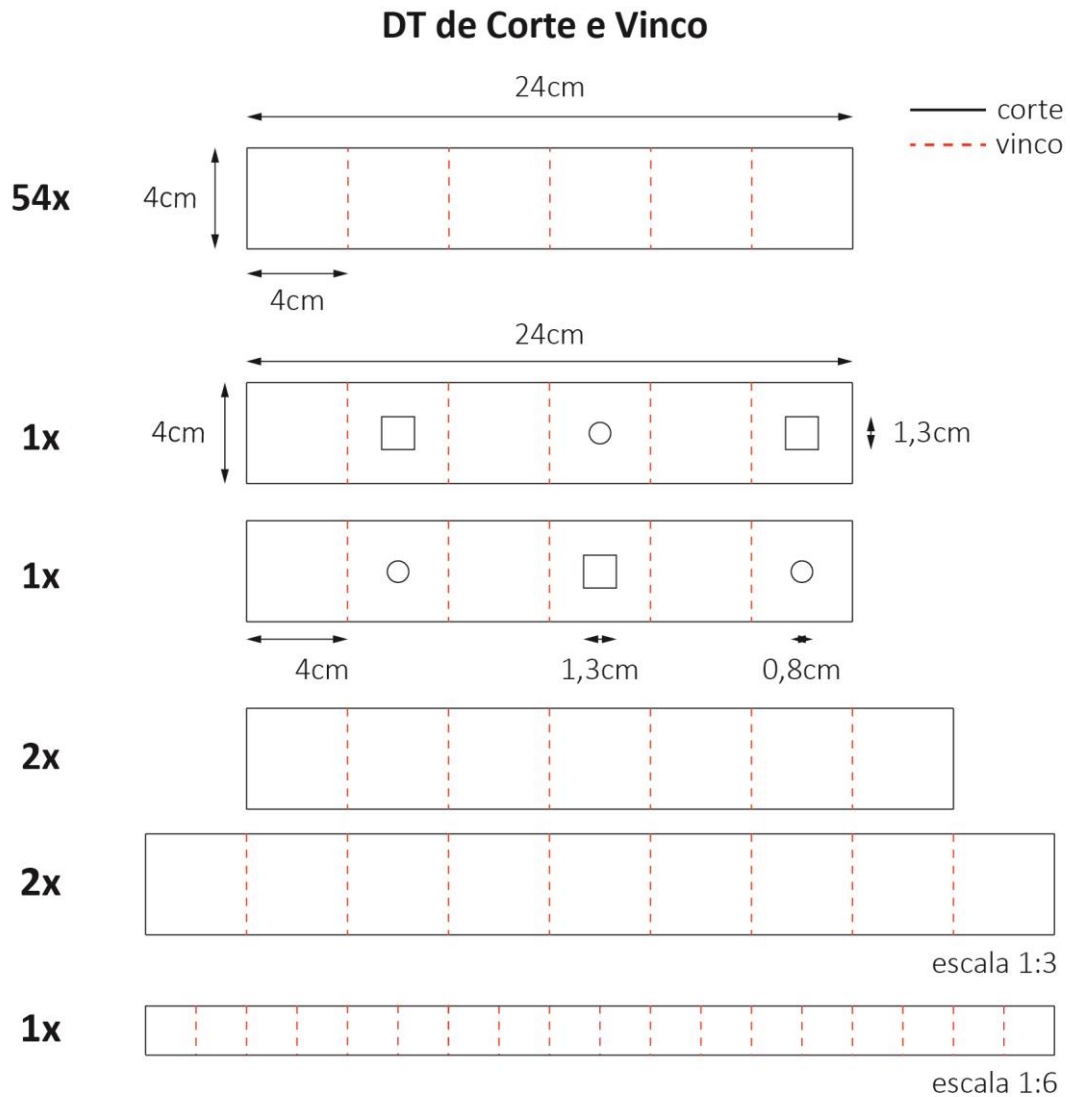
Fonte: autora.

3.4.2.5 Abajur Médio

O Abajur Médio Edro é formado por dezoito cubos de lado de 4cm, sendo que em um dos cubos o conector da fonte é instalado, necessitando de um corte diferenciado. São

necessários ainda, assim como no Abajur Pequeno, sete tiras de conexão com comprimentos variados, duas com seis partes, duas com sete, duas com nove e uma com dezoito. A Figura 85 mostra o desenho técnico de corte e vinco desse modelo, com as quantidades respectivas de cada tira necessária.

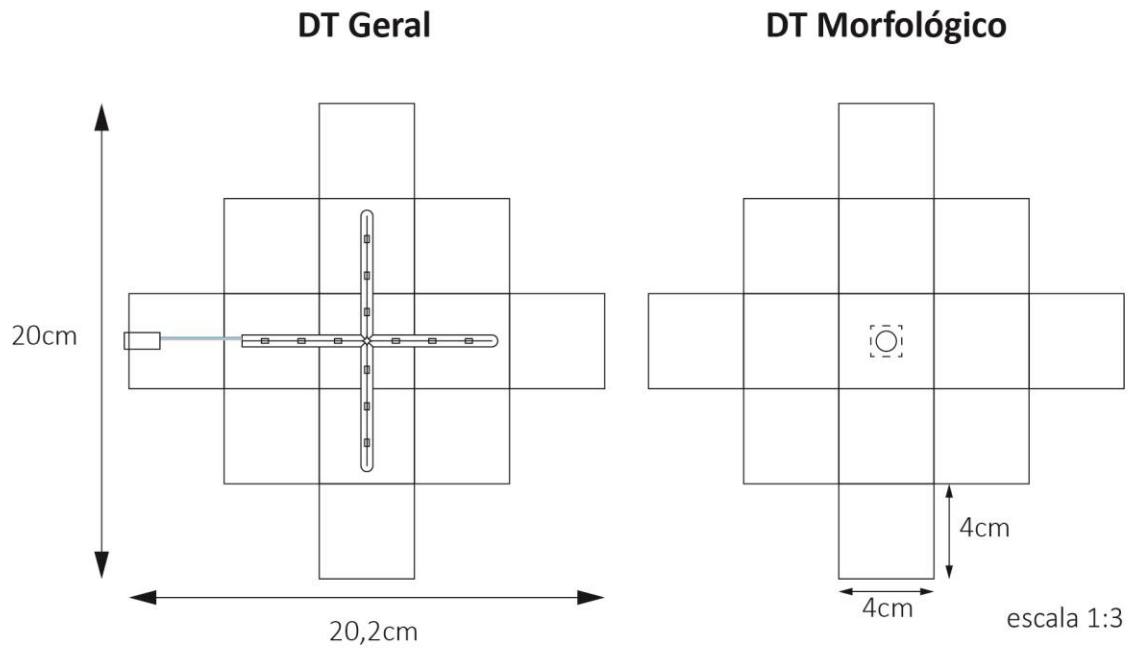
Figura 85 - Desenho Técnico corte e vinco do Abajur Médio



Fonte: autora.

A Figura 86 mostra à esquerda o desenho técnico geral da peça, e à direita é possível observar o desenho técnico morfológico apenas, sem as partes elétricas.

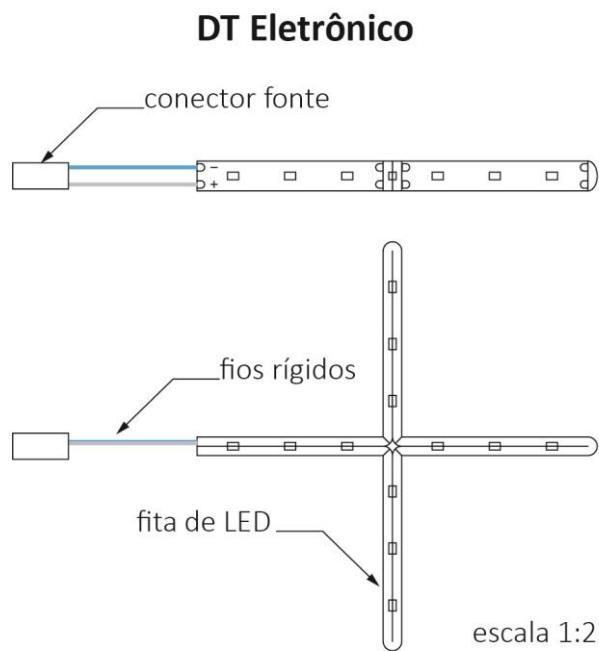
Figura 86 - Desenho técnico geral e morfológico do Abajur Médio



Fonte: autora.

A Figura 87 mostra o esquema eletrônico do Abajur Médio, que inclui o conector da fonte, oito segmentos da fita de LED dobrados em forma de cruz, contendo no total vinte e quatro pontos de luz, e os fios rígidos que conectam as duas partes.

Figura 87 - Desenho técnico eletrônico do Abajur Médio



Fonte: autora.

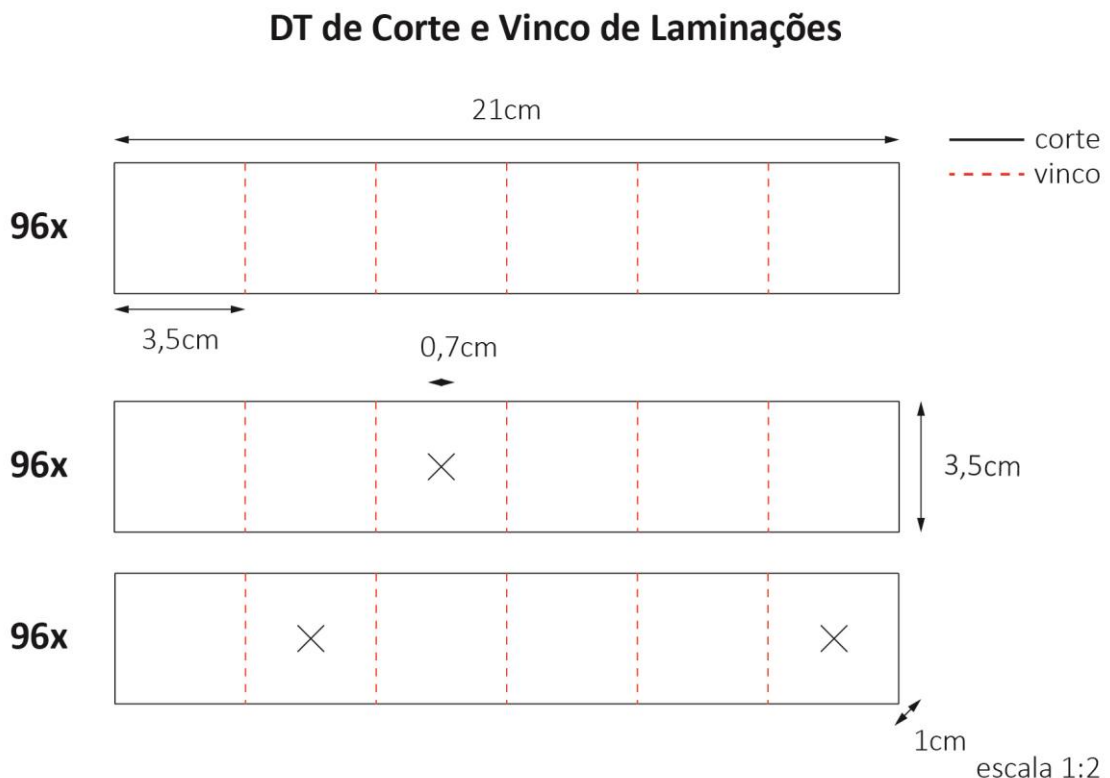
A montagem do Abajur Médio Edro se dá exatamente da mesma forma do Pequeno, representada no diagrama das Figuras 82 e 83.

3.4.2.6 Fio de Luzes

O Fio de Luzes Edro é formado por um fio de luzes de cinco metros de comprimento, contendo noventa e seis pontos de luz LED branco. Cada uma das luzes é envolta por um cubo de 3,5cm de lado de material-resíduo, e o restante do fio de luzes é feito de material transparente.

A Figura 88 mostra o desenho técnico de corte e vinco das laminação para a confecção do cubo utilizado. As três cruces em duas das tiras servirão como encaixe para o cubo.

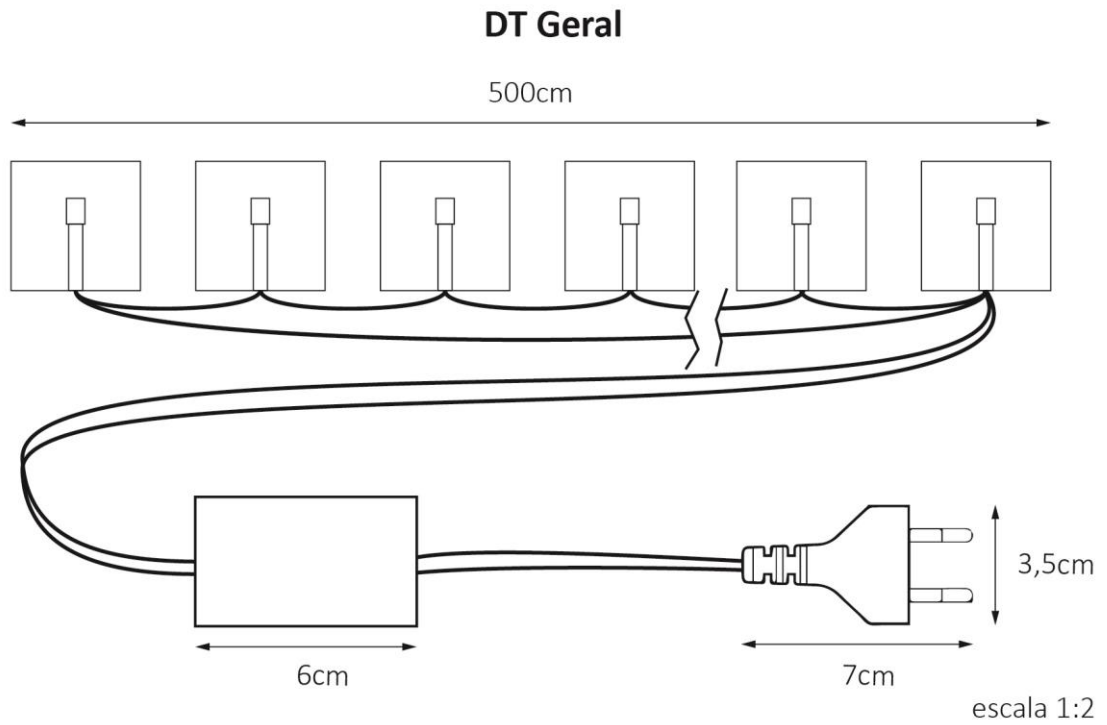
Figura 88 - Desenho técnico de corte e vinco do Fio de Luzes.



Fonte: autora.

Na Figura 89 podemos ver o desenho técnico geral do modelo.

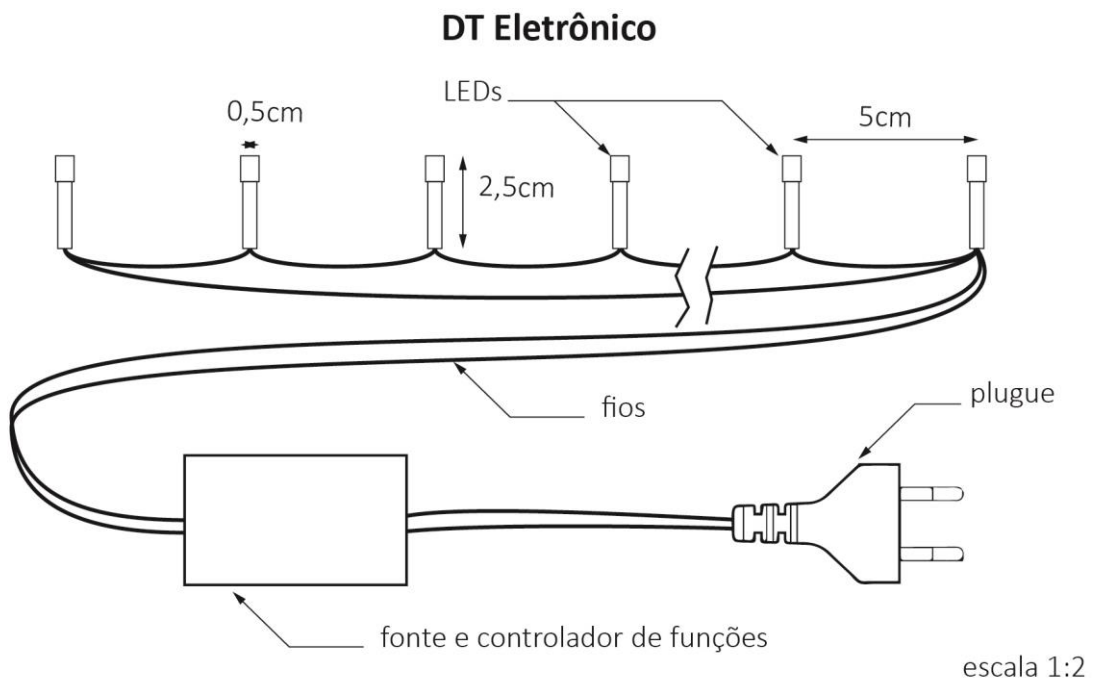
Figura 89 - Desenho técnico geral do Fio de Luzes.



Fonte: autora.

Na Figura 90 o desenho técnico eletrônico do Fio de Luzes é apresentado, que inclui os noventa e seis LEDs, o plugue, a fonte e controlador de funções e os fios conectores.

Figura 90 - Desenho técnico eletrônico do Fio de Luzes.



Fonte: autora.

A montagem do Fio de Luzes Edro é extremamente simples, basta pôr cada um dos LEDs dentro do cubo através dos cortes em X presentes em uma de suas faces, como apresentado nas imagens da Figura 91, A B e C. Os cortes fazem com que o cubo se fixe no fio de LEDs, dispensando outro elemento de junção.

Figura 91 - Encaixe dos cubos de laminação no Fio de Luzes.

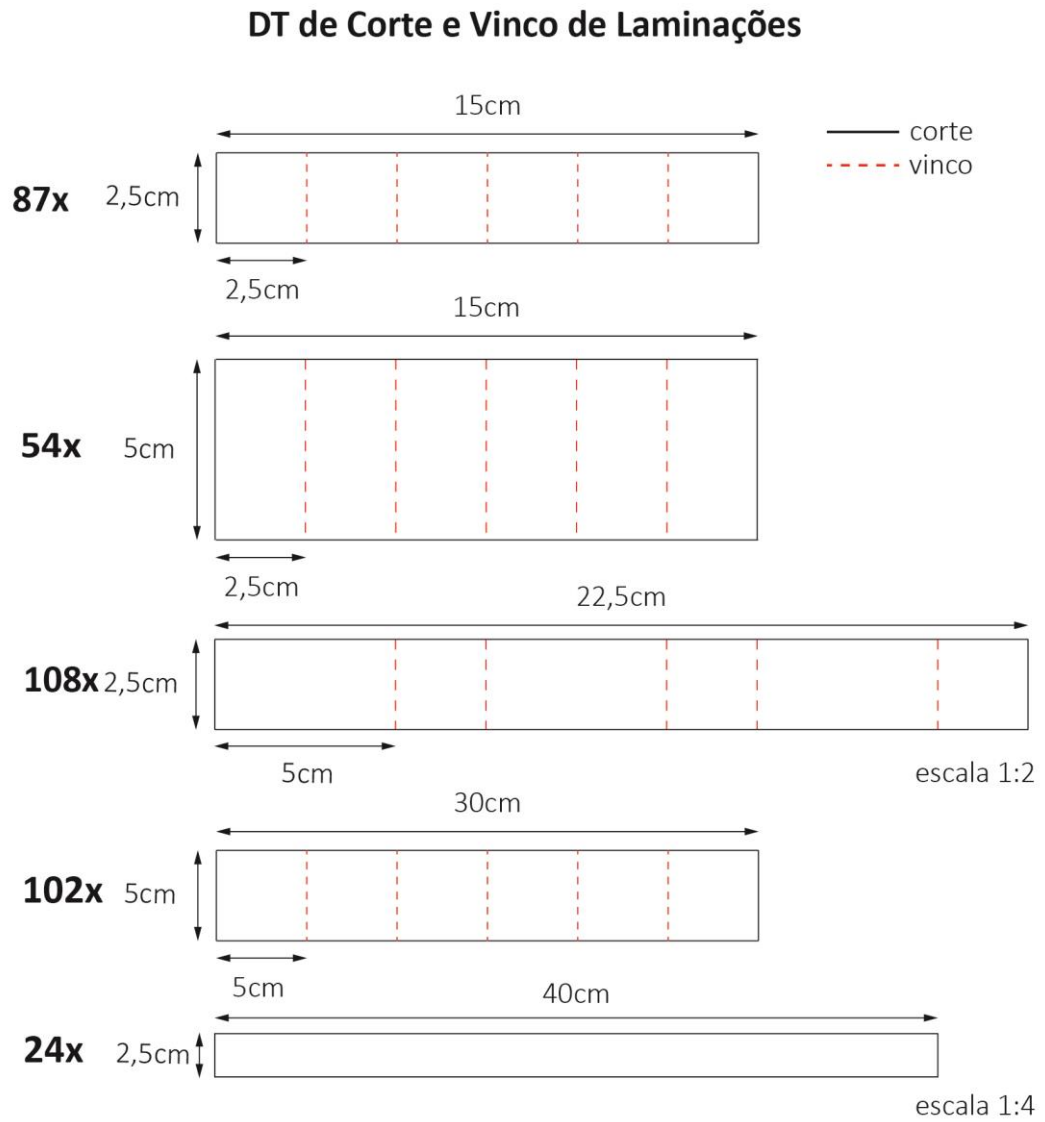


Fonte: autora.

3.4.2.7 Painei

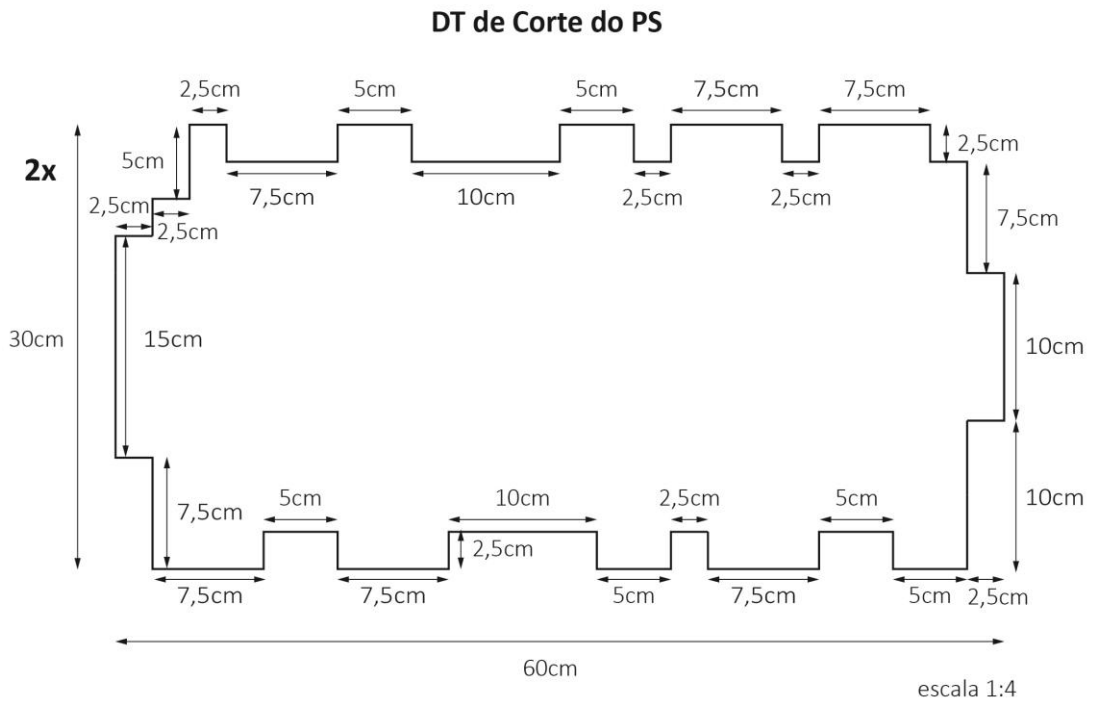
O Painei Edro é formado por trinta e quatro cubos de lado de 5cm, vinte e nove de lado de 2,5cm e cinquenta e quatro hexaedros retangulares de medidas de 2,5x2,5x5cm, além das duas bases de PS recortado e das vinte e quatro tiras de conexão. A Figura 92 e 93 mostram o desenho técnico de corte e vinco dessas peças, assim como as quantidades respectivas de cada uma.

Figura 92 - Desenho técnico de corte e vinco das laminações do Painel



Fonte: autora.

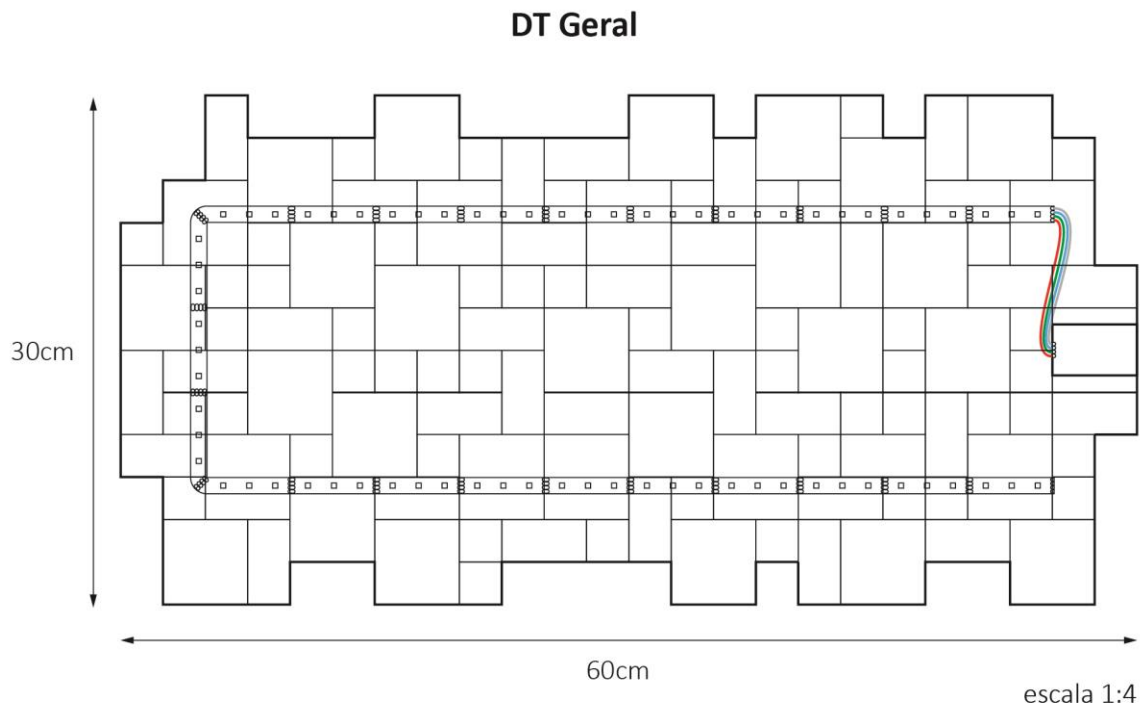
Figura 93 - Desenho técnico de corte das chapas de PS



Fonte: autora.

A Figura 94 mostra o desenho técnico geral do painel, onde pode-se observar a distribuição da fita de LED na forma geral da luminária.

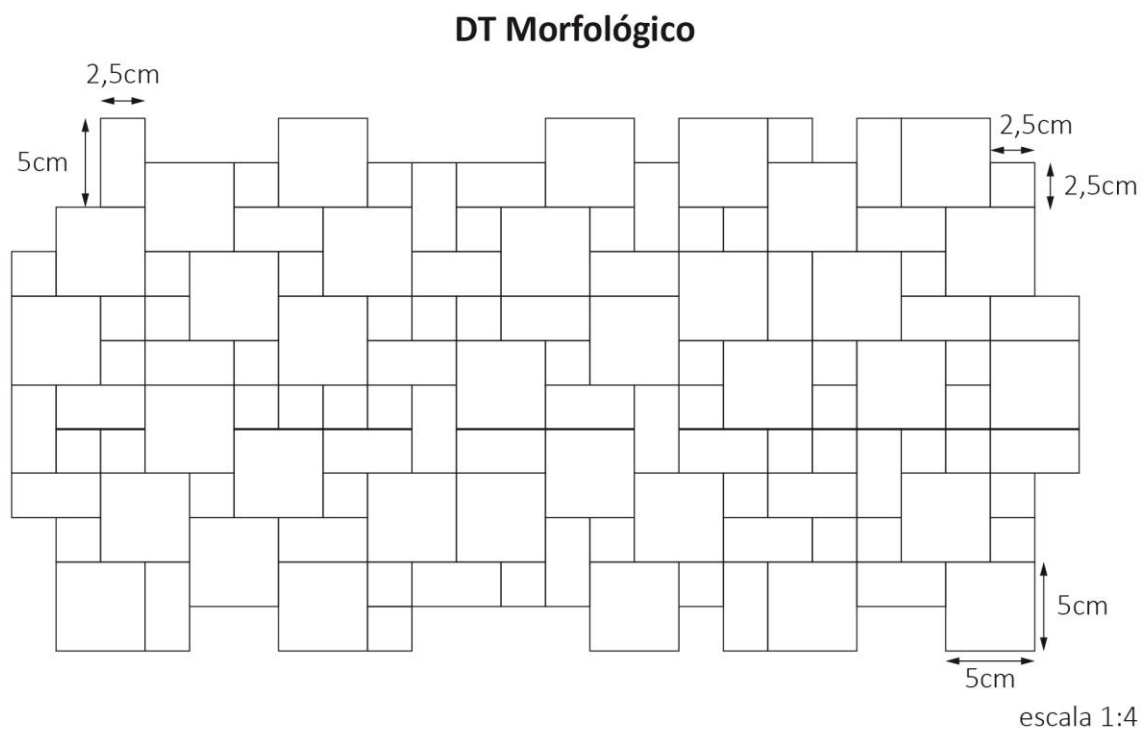
Figura 94 - Desenho técnico geral do painel.



Fonte: autora.

Na Figura 95 é possível ver o desenho técnico morfológico do painel a partir de uma visão frontal.

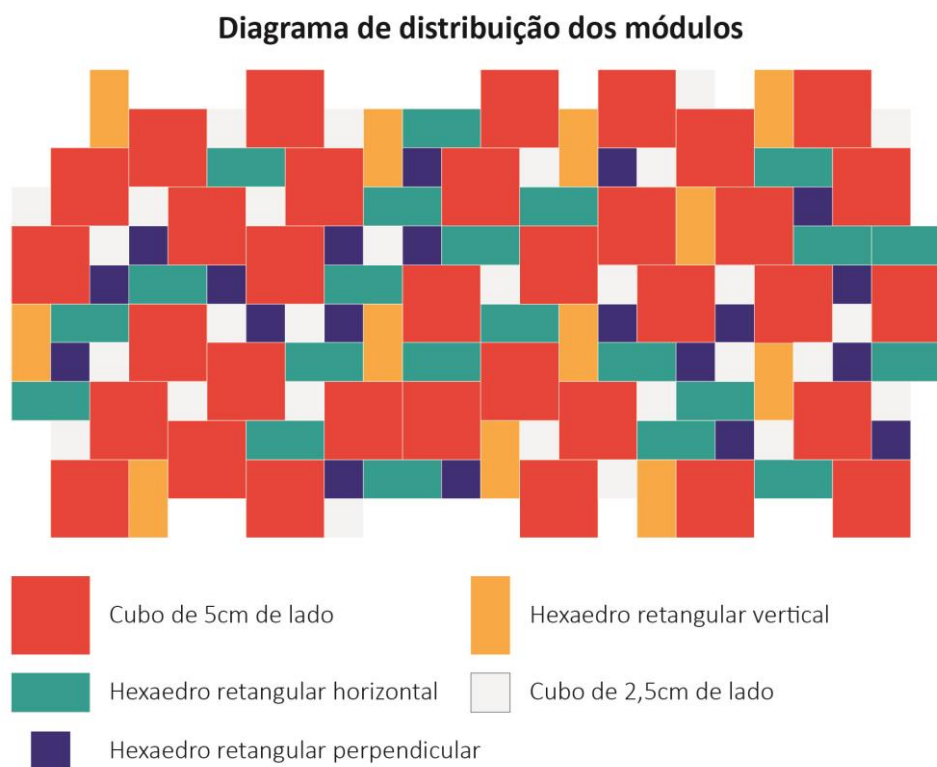
Figura 95 - Desenho técnico morfológico do painel.



Fonte: autora.

Para melhor visualização da distribuição dos módulos no painel foi desenvolvido o diagrama da Figura 96, onde os cubos de lado de 5cm são representados em vermelho e os cubos de lado de 2,5cm são representados em branco. Os hexaedros retangulares são representados por três cores, os amarelos posicionados verticalmente, os verdes horizontalmente e os roxos posicionados com um dos lados menores na base de PS, formando um quadrado de 2,5x2,5cm, na mesma altura dos cubos de 5x5cm.

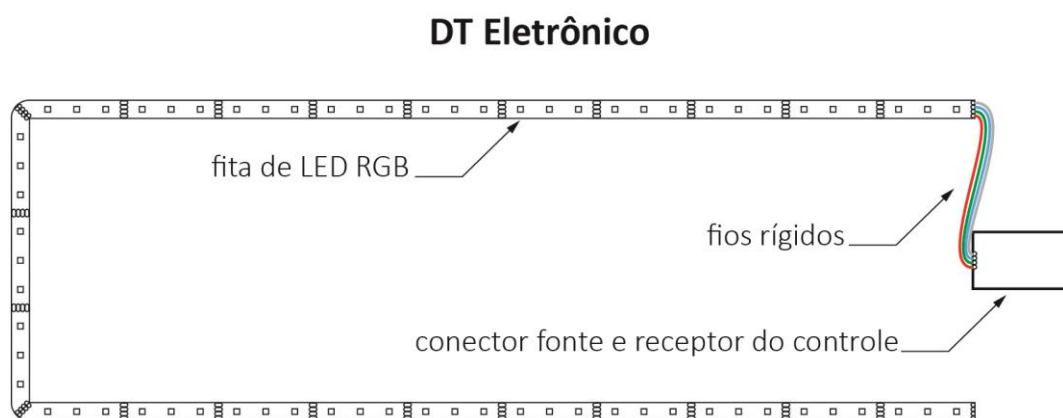
Figura 96 - Diagrama de distribuição dos módulos do painel.



Fonte: autora.

A Figura 97 mostra o desenho técnico eletrônico do Painel Edro, que inclui vinte e três segmentos de fita LED RGB, contendo no total sessenta e nove pontos de luz, o receptor do controle remoto e conector da fonte e por fim os fios que unem as partes. A Figura 98 mostra o controle remoto e suas funções.

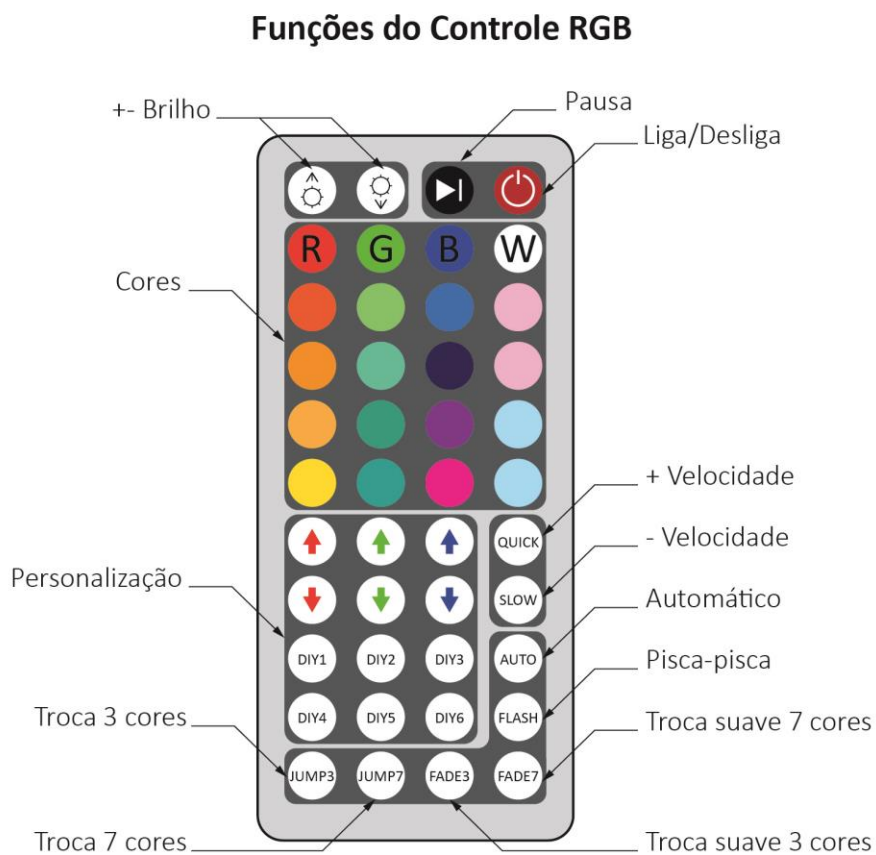
Figura 97 - Desenho técnico eletrônico do Painel.



escala 1:4

Fonte: autora.

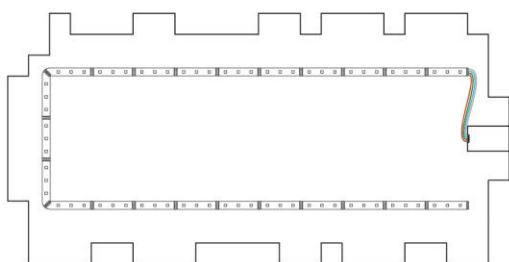
Figura 98 - Esquema de funções do controle remoto da fita LED RGB



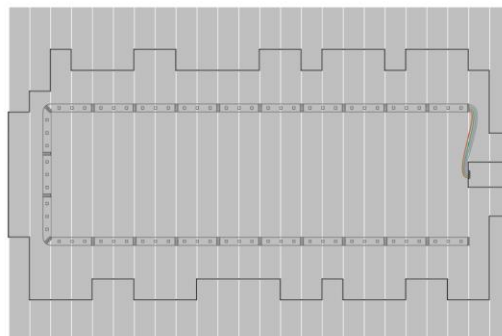
Fonte: autora.

As Figuras 99 e 100 mostram um diagrama para a montagem do Painel Edro. As tiras de conexão são representadas em cinza claro translúcido, e os módulos em cinza escuro.

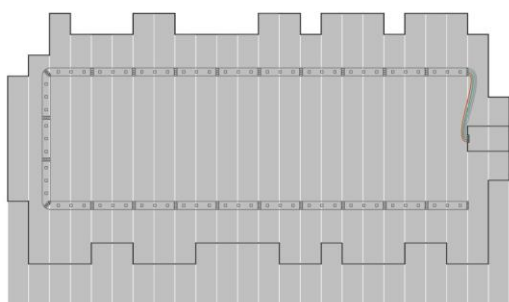
Figura 99 - Diagrama de montagem do Painel Edro – parte 1.



1- Em uma das bases de PS instala-se o circuito elétrico com a fita dupla-face do verso da fita de LED.



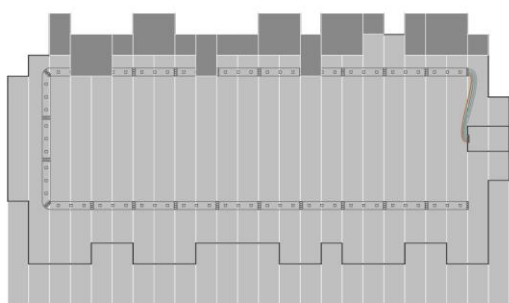
2- Nessa mesma base posiciona-se as 24 tiras de laminação de 2,4x40cm centralizando-as horizontalmente, como mostra o diagrama.



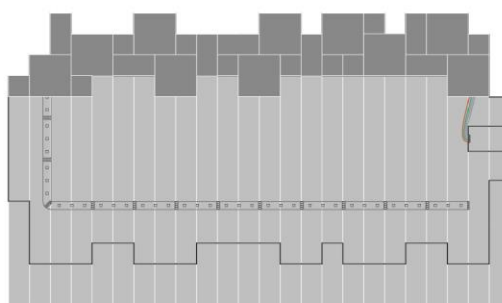
3- O excedente das tiras na parte superior da base é dobrado para trás dessa, sendo colado com fitas dupla-face.



O esquema acima ilustra como as tiras passarão por dentro de uma das laterais dos módulos encaixados nos próximos passos.



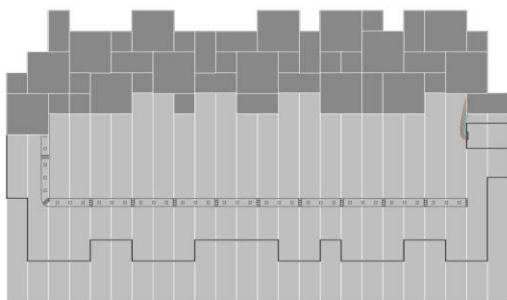
4- Os primeiros módulos são encaixados nas tiras de baixo para cima, parando no final da base.



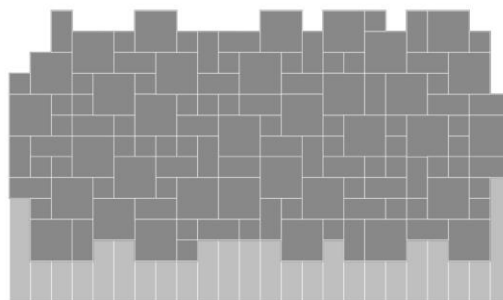
5- A segunda leva de módulos pode ser inserida seguindo o desenho do painel.

Fonte: autora.

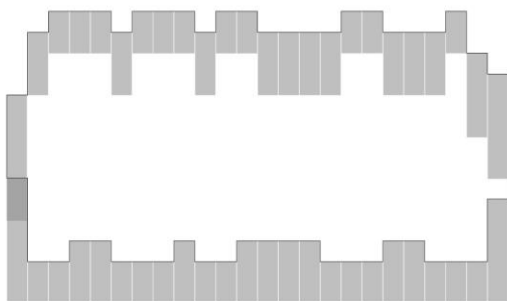
Figura 100 - Diagrama de montagem do Paineledro – parte 2



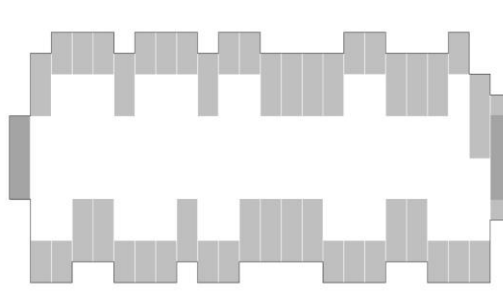
6- O posicionamento deve ser feito de cima para baixo em toda a extensão da peça simultaneamente.



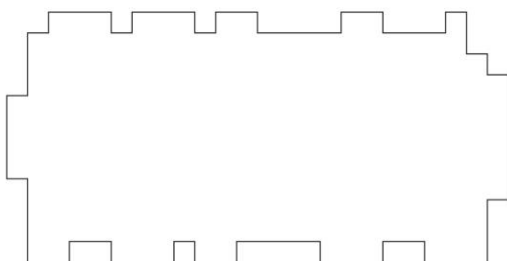
7- Depois de todos os módulos posicionados a peça deverá ser virada cuidadosamente para o acabamento



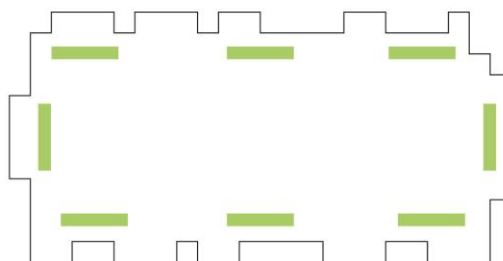
8- O verso deve ter essa aparência, com as tiras dobradas no passo 3 fixas no PS. O excedente da tira da esquerda deve ser cortado.



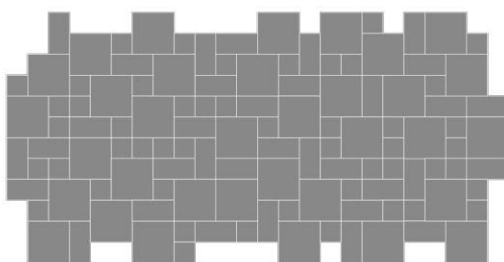
9- O excedente das tiras inferiores deve ser dobrado em direção ao centro da base e fixado com fitas dupla-face.



10- A segunda chapa de PS deve ser colada atrás da primeira com fita dupla-face para dar o acabamento do painel.



11- Por fim 8 pedaços de fita dupla-face fixa forte (ou banana) são colocados no verso do painel para futura fixação em paredes.

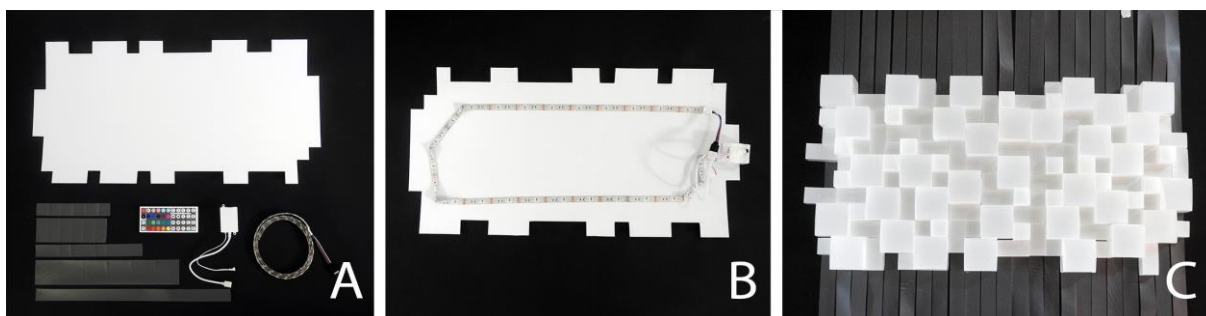


O painel está finalizado.

Fonte: autora.

Na Figura 101 são mostradas três imagens de etapas do processo de produção do Painel. Na imagem A as peças utilizadas estão dispostas, na B o circuito eletrônico está montado na base do Painel, e na C os módulos já estão posicionados e encaixados nas tiras de conexão.

Figura 101 - Imagens de diferentes etapas da montagem do painel Edro.



Fonte: autora.

3.4.3 Aproveitamento do material e revisão dos objetivos

Com a solução do projeto definida foi possível avaliá-lo quanto aos objetivos iniciais e o aproveitamento do material-resíduo. Foram criados seis produtos finais, nos quais o material base é o material-resíduo, portando o objetivo principal do trabalho, de desenvolver um ou mais produtos a partir da reutilização dos materiais descartados do processo de laminação de fotos, foi alcançado.

Os objetivos específicos, de estudar o processo de laminação de fotografias e estudar o material a ser trabalhado, foram atingidos durante a fundamentação teórica, enquanto que a realização de experimentos com o material ocorreu durante o projeto em si.

As soluções desenvolvidas conseguiram valorizar um material que era encaminhado para o lixo, com poucas possibilidades de reaproveitamento ou reciclagem, transformando-o em produtos vendáveis e sustentáveis. E, com exceção das fitas de LED, os demais materiais utilizados nos seis modelos da linha Edro, como o PS, o papel tríplice e a dupla-face, são materiais utilizados diariamente na empresa Cadcolor, facilitando a produção das luminárias.

A dupla-face em especial pode ser reutilizada, assim como as laminações, uma vez que ela é extensamente utilizada (no formato de rolos largos) para materiais de superfície

grande, que são refilados, gerando muita sobra (atualmente descartada) de um material de alto custo.

A parcela do material-resíduo que será reutilizada é muito alta, pois os produtos desenvolvidos utilizam tiras retas e de diversos tamanhos, que podem ser adaptados para os formatos do resíduo recolhido. A mudança no recolhimento do material já foi introduzida na empresa, com ações simples como a instrução do funcionário responsável e a adição de um recipiente onde o material-resíduo será depositado.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O TRABALHO E CONCLUSÕES

Desenvolver esse trabalho foi desafiador e interessante por diversos motivos. Houveram momentos desestimulantes, assim como o contrário. Foi uma ótima ferramenta de autoconhecimento, uma vez que somente os prazos foram impostos; temática, metodologia e ritmo, foram pessoais.

As seis luminárias Edro foram desenvolvidas utilizando a metodologia aliada a muita experimentação. É uma solução com possibilidades reais de aplicação na empresa trabalhada.

Apesar de em toda a extensão do curso de Design de Produto da UFRGS as questões ambientais, ecológicas e sustentáveis serem discutidas, eu nunca havia realizado um projeto nesse viés, de reutilização de um material descartado por uma empresa, que me atrai. Esse trabalho foi uma confirmação de que tais projetos são viáveis e que essa área tem muito a ser explorada.

Encontrei resistência por parte dos funcionários da empresa nas primeiras etapas do projeto, de recolhimento do material. Foram incansáveis vezes que escutei frases como “O que que tu ta fazendo com esse lixo?”, “Ainda ta guardando esses restos?!” e “Pra que que tu ta juntando sucata?”, e algumas vezes que eu tive que perguntar “Botaram o meu TCC fora de novo?”. Entretanto, ao término do projeto, as mesmas pessoas olharam para o resultado e elogiaram muito, ficaram genuinamente impressionadas e até perguntaram se poderiam adquirir uma peça. Acredito que esse projeto conseguiu mudar a visão de algumas pessoas em relação ao lixo, ver possibilidades, não somente rejeitos, e isso trouxe muita satisfação.

Outra etapa gratificante realizada durante o trabalho foi a experimentação e construção de modelos. Em uma primeira etapa não considerei limitações, usufrui de extrema liberdade e assim consegui “usar a criatividade”. Durante muitos anos projetei usando somente um papel e um lápis, descobri que esses me limitam, e que é no manuseio dos materiais e objetos que consigo criar. Durante todo o projeto o desenho foi uma ferramenta secundária de criação, mais utilizada para registros.

Mesmo esse projeto não sendo destinado a produção industrial, foco do ensino de design de produto da UFRGS, muitos conhecimentos técnicos e sociais adquiridos nos anos de faculdade foram aplicados no desenvolvimento da solução. Já o viés criativo e artístico

foi adquirido durante o ano de intercâmbio realizado na KABK, *Royal Academy of Arts* de Haia, Holanda.

REFERÊNCIAS

ABREPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>>. Acesso em 28 de março de 2015.

BERNARDES, Mana. **Institucional**. Disponível em: <<http://manabernardes.com/>>. Acesso em 28 de maio de 2015.

BM WORKS. **Filmes para laminação quente**. Disponível em: <<http://www.bmworks.com.br/archives/portfolio/filmes-para-laminacao-quente>> Acesso em 25 de maio de 2015.

BORCHARDT, Miriam et al. **Considerações sobre ecodesign: Um estudo de caso na indústria eletrônica automotiva**. Scielo, Campinas, volume 8, 2008.

CANDIDO, Luis Henrique Alves. **Contribuição ao estudo da reutilização, redução e da reciclagem dos materiais com aplicação do ecodesign**. Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

COLIBRII. **Institucional**. Disponível em: <<http://www.colibrii.com.br/>>. Acesso em 5 de maio de 2015.

CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA. **Plásticos**. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/quimicaviva_plasticos> Acesso em 25 de maio de 2015.

FREIRE, Maria Teresa de A.; REYES, Felix G. R.; CASTLE, Laurence. **Estabilidade térmica de embalagens de poli (tereftalato de etileno (PET): determinação de Oligômeros**. Scielo, São Carlos, volume 8, 1998.

GONZÁLEZ, José David Lara. **REDUCIR, REUTILIZAR, RECICLAR**. Elementos 69, 2008.

GRAYPANTS. **Institucional**. Disponível em: <<http://www.graypants.com/>> Acesso em 10 de maio de 2015.

GREENSTYLE. **Designer faz cadeira de PET em projeto criativo**. Disponível em: <<http://greenstyle.com.br/2011/designer-faz-cadeira-de-pet-em-projeto-criativo/>> .Acesso em 28 de maio de 2015.

HARVEYS. **Institucional**. Disponível em: <<http://shopharveys.com/>> Acesso em 10 de maio de 2015.

INSECTA SHOES. **Institucional**. Disponível em: <<http://www.insectashoes.com/p/sobre-a-insecta>> Acesso em 23 de maio de 2015.

LEFTERI, Chris. **Como se faz – 82 técnicas de fabricação para design de produto**. Blumenau: Blu Editora, 2010.

LEONARD, Annie. **A história das coisas: da natureza ao lixo, o que acontece com tudo que consumimos**. Rio de Janeiro: Editorial Presença, 2011.

MANZINI, Ezio. **Design para inovação social e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: E-papers Serviços Editoriais Ltda, 2008.

MANZINI, Ezio; VELOZZI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**. São Paulo: Edusp, 2011.

MOTTA, Ronaldo Seroa; SAYAGO, Daiane Ely. **Propostas de Instrumentos Econômicos Ambientais para a Redução do Lixo Urbano e o Reaproveitamento de Sucatas no Brasil**. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2507/1/td_0608.pdf>. Acesso em 25 de março de 2015.

MUNARI, Bruno. **Das Coisas Nascem Coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Os problemas provocados pelo lixo**. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/geografia/os-problemas-provocados-pelo-lixo.htm>> Acesso em 23 de maio de 2015.

OZDAGLAR, Gulnur. **Institucional**. Disponível em: <<http://www.gulnurozdaglar.com/>>. Acesso em 28 de maio de 2015.

PROJETO CANOA. **Institucional**. Disponível em: <<http://canoars.blogspot.com.br/>> Acesso em 10 de maio de 2015.

PROLAM. **O que é termolaminação gráfica**. Disponível em: <<http://www.prolam.com.br/79-home/182-o-que-e-termolaminacao-grafica>>. Acesso em 24 de maio de 2015.

ROMÃO, Wanderson; SPINACÉ, Márcia A. S.; DE PAOLI, Marco-A. **Poli(tereftalato de etileno), PET: uma revisão sobre os processos de síntese, mecanismos de degradação e sua reciclagem**. Scielo, São Carlos, volume 19, 2009.

SPINACÉ, Marcia Aparecida da Silva; DE PAOLI, Marco Aurelio. **A tecnologia da reciclagem de polímeros**. Scielo, Campinas, 2004.

TURNER, Sarah. **Institucional**. Disponível em: <<http://www.sarahturner.co.uk/index.html>>. Acesso em 28 de maio de 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **A História do lixo, Linhas Gerais**. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/proex/geresol/lixohistoria.htm>>. Acesso em 25 de março de 2015.

VENZKE, C. **A Situação do Ecodesign em Empresas Moveleiras da Região de Bento Gonçalves – RS: Análise das Posturas e Práticas Ambientais**. Porto Alegre, 2002. Dissertação - (Mestrado em Administração), Programa de Pós-graduação em Administração, UFRGS.

VUELO. **Institucional**. Disponível em: <<http://store.vuelistas.com/>> Acesso em 23 de maio de 2015.

WINTER, W. De. **Poly(ethylene terephthalate) film recycling**. Disponível em:
<http://www.ewp.rpi.edu/hartford/~ernesto/F2012/EP/MaterialsforStudents/Patel/DeWinter-Poly_ethylene_terephthalate__Film_Recycling.pdf> Acesso em 2 de junho de 2015.

MANO, Eloisa Biasotto; MENDES, Luis Cláudio. **Introdução aos Polímeros**. São Paulo: Edgar Blucher, 1999.