

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE DESIGN

MARCOS ANDERSON MACHADO SILVA

**UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE MADEIRA ALIADO À TÉCNICA DE
TERMORRETIFICAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DE UMA LUMINÁRIA
PENDENTE**

São Luís-MA
2018

MARCOS ANDERSON MACHADO SILVA

**UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE MADEIRA ALIADO À TÉCNICA DE
TERMORRETIFICAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DE UMA LUMINÁRIA
PENDENTE**

Monografia apresentada ao curso de Design
da Universidade Federal do Maranhão, para
obtenção de grau de Bacharel em Design.
Orientador: Prof^o. Dr. Denilson Moreira Santos

São Luís
2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Silva, Marcos Anderson Machado.

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE MADEIRA ALIADO À TÉCNICA DE
TERMORRETIFICAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DE UMA LUMINÁRIA
PENDENTE / Marcos Anderson Machado Silva. - 2018.

73 f.

Orientador(a): Denilson Moreira Santos.

Monografia (Graduação) - Curso de Design, Universidade
Federal do Maranhão, São Luís - Maranhão, 2018.

1. Luminária. 2. Madeira. 3. Resíduos. 4.
Reutilizar. 5. Termorretificação. I. Moreira Santos,
Denilson. II. Título.

MARCOS ANDERSON MACHADO SILVA

**UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE MADEIRA ALIADO À TÉCNICA DE
TERMORRETIFICAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DE UMA LUMINÁRIA
PENDENTE**

Monografia apresentada ao curso de Design
da Universidade Federal do Maranhão, para
obtenção de grau de Bacharel em Design.
Orientador: Prof^o. Dr. Denilson Moreira Santos

Aprovada em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof^o.Dr. Denilson Moreira Santos - Orientador

Prof^a. Me. Gisele Reis Correa Saraiva

Prof^a. Me. Karina Porto Bomtempo

A Deus, autor da vida e que me permitiu chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pois sem Ele nada existiria. Esteve comigo em cada passo que dei e nunca, sob nenhuma circunstância, me abandonará.

Aos meus pais, maiores incentivadores dos meus sonhos, guerreiros, companheiros e protetores, que sempre se dedicaram à minha felicidade.

À Patrícia Azevedo, que me encorajou a este tema e me deu todo o suporte inicial.

Ao meu orientador, Denilson Moreira, pela confiança e dedicação que me ajudaram a concluir esta importante etapa da minha vida.

Aos meus professores, que não mediram esforços para passar adiante seus conhecimentos, buscando formar novos construtores de uma sociedade melhor.

À seu João, que prontamente me ajudou com grande parte da confecção do protótipo.

À minha família, que sempre esteve presente nas minhas decisões e que supriu todo o carinho e amor que eu precisei.

À todos os meus queridos amigos, que me deram força e coragem para enfrentar este desafio, sem a ajuda e colaboração de todos eu não teria conseguido chegar até aqui.

“Semear ideias ecológicas e plantar sustentabilidade é ter a garantia de colhermos um futuro fértil e consciente”. – Sivaldo Filho

RESUMO

O presente trabalho descreve as etapas de desenvolvimento de uma luminária pendente tendo como base a metodologia exposta por Bruno Munari em seu livro *Das coisas nascem coisas*. O principal material utilizado neste projeto é a madeira de resíduos de paletes, como forma de destacar a importância para o reaproveitamento de material descartado, aplicando métodos e técnicas de design para dar nova utilidade ao material. A técnica da termorreificação será aplicada a estes resíduos para o aprimoramento das características físicas da madeira.

Palavras Chave: Resíduos, Termorreificação, Madeira, Luminária.

ABSTRACT

The present work describes the development stages of a pendant lamp based on the methodology exposed by Bruno Munari in his book *Das coisas nascem coisas* [Things are born from things]. The main material used in this project is the waste wood from pallets, as a way of emphasizing the importance for the reuse of discarded material, applying methods and techniques of design to give new usefulness to the material. The thermortification technique will be applied to these residues to improve the physical characteristics of the wood.

Key Words: Waste, Thermortification, Wood, Lamp.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Exemplos de desdobramento das toras de madeira	17
Figura 02 - Medidas em milímetros das peças	18
Figura 03 - Palete de bloco	22
Figura 04 - Ciclo de vida dos paletes	23
Figura 05 - Alguns paletes empilhados na CEASA/MA	25
Figura 06 - Tratamento de termorreificação para as amostras	27
Figura 07 - Amostras de palete no forno após termorreificação	27
Figura 08 - Relação entre os tratamentos e a porcentagem de perda de água	28
Figura 09 - Diferença de coloração entre amostra não termorreificada e após tratamento	28
Figura 10 - Etapas da Metodologia proposta por Bruno Munari	29
Figura 11 - Lustre de madeira de demolição	31
Figura 12 - Arandela em madeira de demolição	31
Figura 13 - Arandela Lua Proposta Verde	32
Figura 14 - Plafon rústico Proposta Verde	32
Figura 15 - Luminária Terra Proposta Verde	33
Figura 16 - Pendente Kilter	33
Figura 17 - Luminárias pendentes com seus cabos de sustentação	34
Figura 18 - Cabos para pendente revestidos de tecido	35
Figura 19 - Cabos revestidos com composto termoplástico polivinílico	35
Figura 20 - Torção à esquerda e à direita respectivamente	35
Figura 21 - Componentes de um cabo de aço	36
Figura 22 - Componentes de um cabo de aço	37
Figura 23 - Teste de tração nas amostras de cordas de violão	37
Figura 24 - Drivers, ou fontes de alimentação do LED	40
Figura 25 - Cola de PVA em superfície de madeira	42
Figura 26 - Modelo de Sino dos ventos em espiral	45
Figura 27 - Idéia desenvolvida para a luminária	46
Figura 28 - Planificando amostras na plaina	46
Figura 29 - Medidas das ripas após o corte	47

Figura 30 - Cortando amostras na serra circular	47
Figura 31 - Lixando amostras	48
Figura 32 - Amostras nas dimensões para colagem	48
Figura 33 - Demonstração da colagem entre as peças	49
Figura 34 - Peças coladas sendo lixadas para eliminar desníveis	49
Figura 35 - Posição dos furos nas peças	50
Figura 36 - Material empilhado para descarte	50
Figura 37 - Planificação dos difusores	51
Figura 38 - Aquecendo o acrílico para dobra	51
Figura 39 - Medidas para furos e corte nos difusores	52
Figura 40 - Emenda entre o fio cristal e o conector de LED	52
Figura 41 - Fios de diferentes alturas para cada peça	53
Figura 42 - Suporte metálico	54
Figura 43 - Furos na estrutura metálica	54
Figura 44 - Base de madeira para a estrutura metálica	55
Figura 45 - Sistema de colagem das pecinhas para revestir a estrutura metálica	55
Figura 46 - Lixando as sobras da base	56
Figura 47 - Modelo da luminária	57
Figura 48 - Aplicação da luminária	58
Figura 49 - Aplicação da luminária	59
Figura 50 - Aplicação da luminária	59
Figura 51 - Aplicação da luminária	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Tipos de incidência da luz	31
Tabela 02 - Análise estrutural e funcional de Luminárias feitas com resíduos de madeira	43

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

aC	antes de Cristo
°C	grau Celsius
CEASA	Central Estadual de Abastecimento
cm	centímetro
CO ₂	Dióxido de Carbono
g	grama
g/cm ³	gramas por centímetro cúbico
kg	quilo
LED	Light Emitting Diode
LTDA	sociedade limitada
MA	Maranhão
m ³	metro cúbico
mm	milímetro
NTMF	Núcleo de Tecnologia das Madeiras e das Fibras
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PMMA	polimetil-metacrilato (acrílico)
PP	polipropileno
PVA	acetato de polivinila
PVC	policloreto de vinila
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
UV	ultravioleta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	15
2.1	Geral	15
2.2	Específico	15
3	JUSTIFICATIVA	16
4	REVISÃO DE LITERATURA	16
4.4	Madeira	16
4.2	Madeira e design sustentável	18
4.3	Paletes	21
4.4	Termorretificação	24
5	METODOLOGIA	25
5.1	Análise da madeira	25
5.2	Aplicando a técnica da termorretificação	26
5.3	Metodologia projetual da luminária	29
5.3.1	Problema.....	29
5.3.2	Definição do problema	30
5.3.3	Componentes do problema.....	30
5.3.4	Coleta de dados.....	30
5.3.4.1	Modelos de Luminária.....	31
5.3.4.2	Forma da luminária.....	34
5.3.4.3	Tipos de sustentação.....	34
5.3.4.4	Tipos de iluminação e lâmpadas.....	38
5.3.4.5	Difusores	40
5.3.4.6	União entre os componentes	41
5.3.5	Análise de dados.....	42
5.3.6	Criatividade.....	44
5.3.7	Materiais e tecnologia.....	46
5.3.8	Experimentação.....	56
5.3.9	Modelo.....	57
5.3.10	Verificação.....	58

5.3.11	Desenho construtivo.....	58
5.3.12	Solução.....	58
6	CONCLUSÃO.....	60
	REFERÊNCIAS.....	62
	APÊNDICE.....	67

1. INTRODUÇÃO

Ao longo de anos de evolução e exploração de materiais e formas para o desenvolvimento de objetos, desde os mais simples como uma colher, até estruturas complexas na construção civil, movelaria, transportes, entre outros, a madeira nunca deixou de ser objeto de desejo para transformá-la em algo que antes só existia na imaginação humana. Tornou-se um material indispensável em grande parte dos projetos por possuir certas características, tais como, sua abundância na natureza, ser renovável, a facilidade no seu manuseio, sua resistência mecânica, durabilidade, variedade e beleza.

De acordo com as necessidades do mercado, pode ser utilizada tanto em sua forma natural, crua, quanto alterada por processos físicos e químicos que interferem em suas características. Embora seja um material rico em qualidades, possui certas particularidades que devem ser observadas ao se iniciar qualquer projeto.

Essas particularidades podem contribuir de forma negativa, sendo necessária a implementação de recursos para otimizar a sua utilização. A movimentação dimensional e susceptibilidade à degradação biológica e a intempéries decorrentes da absorção e perda de água, podem ocasionar o surgimento de defeitos, como rachaduras, empenamentos e ação de manchas, causadas por fungos em ambientes úmidos.

Kollmann e Côté Júnior (1968) afirmam que a tendência da madeira de contrair e inchar com as trocas de umidade é a propriedade mais desfavorável deste material. Assim, melhorar a estabilidade dimensional da madeira é uma procura constante em todos os segmentos que utilizam madeira maciça como matéria-prima.

Muito se avançou no estudo de técnicas que proporcionem a este material maior durabilidade, menor geração de resíduos na natureza e processos menos custosos que agridem menos a quem os aplica e consome. Um desses processos, que será uma das etapas deste projeto, é a termorreificação, que torna a madeira mais estável quando comparada à madeira não tratada, pela redução dos grupamentos hidroxílicos, que são os pontos de adsorção das moléculas de água. (SKAAR, 1972).

Ainda é importante ressaltar que, apesar da grande quantidade desta matéria-prima na natureza e o fato de ser um bem renovável, é necessário a conscientização da indústria para evitar o consumo desenfreado, o que pode levar a escassez e causar impactos ambientais irreversíveis.

As indústrias se proliferam, consumindo quantidades cada vez maiores de energia e matérias-primas, gerando poluição e outros inconvenientes para o meio ambiente (BRANCO, 1988).

Para Baxter (2003), uma atividade projetual necessita de “uso de métodos sistemáticos”, que tracem objetivos de forma clara, concisa, específica e verificável para a resolução de um problema. Estes objetivos devem ser revistos periodicamente. Para isto é necessário que o designer planeje suas decisões a fim de nortear o desenvolvimento e a realização do processo projetual.

O intuito deste trabalho, além de conscientizar para o reaproveitamento de resíduos de madeira provenientes de paletes, evitando o descarte exagerado e acúmulo no meio ambiente, é também utilizar técnicas como a termorretificação para dar a este material melhor acabamento, aumentar seu tempo de vida e por meio de métodos de design, torná-lo uma peça de consumo com maior valor de mercado.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

- Desenvolver uma luminária pendente, a partir de Métodos e técnicas de Design, utilizando resíduos de madeiras termorretificadas de paletes.

2.2 Específicos

- Identificar a(s) espécie(s) de madeira(s) comumente encontradas nos paletes para transporte de frutas, verduras e legumes, no entorno da CEASA¹ - MA;

- Identificar a temperatura adequada para a termorretificação das peças de madeira de acordo com a sua espécie;

¹ Central Estadual de Abastecimento.

- Desenvolver projeto de Design de uma luminária para aproveitamento das peças de madeira termorretrificadas.

3. JUSTIFICATIVA

Com a estabilidade dimensional da madeira e a sua aptidão para diversos usos, fica mais eficiente a sua utilização em produtos, dos quais incluem os paletes para transporte de hortifruti em feiras e centros de distribuição, que comumente são oriundos do desdobramento² de árvores de rápido crescimento, contendo pequenos defeitos e conseqüentemente, com baixo ciclo de vida, ou seja, de rápido descarte.

Diversas formas de aproveitamento podem ser dadas a esses paletes, principalmente para artesanato. Contudo, seu valor de mercado ainda continua baixo, sendo indispensável a incorporação de fatores inovadores, com o design.

Métodos de desenvolvimento de produto podem ser uma alternativa, pois é por meio das ferramentas de design que se determinam os materiais, tecnologias, nível de aproveitamento dos recursos utilizados na produção, entre outros (LOBACH, 2001). O designer é responsável em atribuir ao produto, não apenas elementos estéticos, mas funcionais e ambientais. Assim, faz-se necessário incorporar requisitos e estratégias ambientais no processo de desenvolvimento de produtos, para minimizar os impactos negativos e valorizar a mudança do mercado, tornando-os mais "verdes"; com insumos menos tóxicos na fabricação, a redução do volume e periculosidade dos resíduos, entre outros (AZEVEDO, 2009).

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Madeira

A madeira é um dos materiais naturais mais antigos. Embora seja extraída pelo homem da natureza, pode ser considerada praticamente inesgotável sob manejo adequado, por se tratar de um bem renovável. A madeira explorada para fins comerciais é proveniente do tronco de árvores exógenas, ou seja, com crescimento diametral de fora para dentro, neste grupo estão as coníferas e folhosas.

² Corte da madeira para fins industriais.

Foi utilizada desde as civilizações mais primitivas até as mais desenvolvidas. Através da construção de casas, silos, estradas, pontes, teatros, templos e barragens, a humanidade desde a antiguidade vem moldando a natureza de forma a desenvolver sua capacidade em edificar. (REMADE, 2014)

É o principal material que contribui de maneira decisiva para a evolução da humanidade. Tornou-se tão íntima das pessoas a ponto de, ainda hoje, exercer um fascínio especial sobre elas, sobretudo pelo fato de vir das árvores, indispensáveis à nossa sobrevivência (REMADE, 2014b apud SCHAYDER, 2014).

Está presente na maior parte dos ambientes. Utilizada para revestir paredes, tetos, pisos, móveis e como elemento construtivo, esta matéria prima destaca-se pela beleza, sofisticação e conforto que proporciona (MEGA MOVELEIROS, 2016).

Após a derrubada da árvore para obtenção do tronco, a madeira é submetida a diferentes etapas de processamento que dão origem à madeira maciça, além de outros produtos como o papel, aglomerado, compensados, laminados, entre outros. O desdobro, para obter madeira maciça consiste em serrar a tora a inúmeros cortes no sentido longitudinal dos quais são obtidas couçoeiras, pranchões ou pranchas (PETRUCCI, 1982 apud LIMA, 2006).

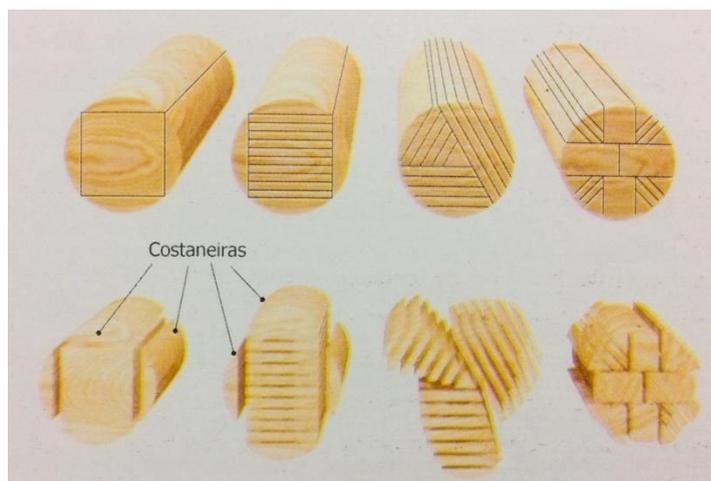


Figura 01 - Exemplos de desdobramento das toras de madeira
Fonte: LIMA, 2006 p.89

Além do desdobro, na maioria das vezes as peças ainda são submetidas ao chamado aparelhamento, um ciclo de cortes para fabricação de peças com secções ou bitolas comerciais. A figura 02 mostra os tipos de peças mais significativos com suas respectivas nomenclaturas e dimensões de bitola.

MADEIRA MACIÇA SERRADA			
NOME DA PEÇA	A (ESPESSURA)	B (LARGURA)	C (COMPRIMENTO)
PRANCHÃO	> 70	> 200	*
PRANCHA	40 a 70	> 200	*
VIGA	> 40	110 a 200	*
TÁBUA	10 a 40	> 100	*
SARRAFO	20 a 40	20 a 100	*
RIPA	> 20	> 100	*

Figura 02 - Medidas em milímetros das peças
Fonte: LIMA, 2006 p.90

Iwakiri (2005) aponta que o processamento para a redução do volume das árvores retiradas das florestas, geram muitos tipos de partículas de madeira, com formas e tamanhos diferentes, possibilitando a geração de novos produtos, através do reaproveitamento.

4.2 Madeira e Design Sustentável

O Homem, com a Revolução Industrial do século XVIII, assumiu que a evolução tecnológica tornaria os recursos naturais infinitos, e esse otimismo foi reforçado com as inúmeras descobertas e conquistas alcançadas nos diferentes campos da atividade humana (MARQUES, 2008).

O grande crescimento das cidades e das indústrias de diversos ramos contribuiu para a necessidade do uso de quantidades cada vez maiores de insumos, que em sua maioria provém de recursos naturais, sendo eles esgotáveis ou abundantes. Entretanto, quaisquer que sejam as fontes destes recursos, a sua exploração descontrolada pode levar a impactos irreversíveis, o que a longo prazo pode dificultar o desenvolvimento e bem estar das gerações futuras.

A competitividade no mercado e a busca por desenvolver produtos melhores e mais sofisticados acaba tornando obsoleto aquilo que já não consegue acompanhar a evolução das novas tecnologias, além de produtos assumidamente descartáveis ou de ciclo de vida curto, com a finalidade da constante aquisição destes, gerando ainda mais descartes, poluição e impactos à natureza, tudo isso

aliado à processos de fabricação custosos e muitas vezes nocivos. Essas consequências são fruto da constante busca pela satisfação de seus desejos e que tem levado o homem a interferir diretamente no meio em que vive.

Apenas no século XIX, quando se começou a dar enfoque para o esgotamento dos recursos disponíveis na natureza é que o papel do desenvolvimento sustentável passou a ter maior destaque. O agravamento dos problemas ambientais fez-se sentir, por exemplo, na diminuição abrupta da qualidade do ar nas principais cidades desenvolvidas e na redução de recursos naturais. Daí resultaram vozes crescentes de protesto da comunidade científica no sentido de haver maior consciência a nível da exploração dos recursos naturais (MARQUES, 2008).

Victor Papanek, que nasceu em 1923, foi um dos primeiros designers a defender fervorosamente a sustentabilidade como ferramenta para o design. E com o pensamento no futuro, em seu livro *Design for the real world* (Design para o mundo real), quando mal se pensava em reciclagem, foi enfático ao dizer:

O design (...) deve se dedicar ao “princípio do menor esforço” da Natureza. Em outras palavras, (...) (deve) fazer o máximo com o mínimo. Isso significa consumir menos, usar as coisas por mais tempo, reciclar materiais e, provavelmente, não desperdiçar papel imprimindo livros como este. (...) As ideias, a abrangência, a não especialização, a visão geral interativa de uma equipe (herança do homem primordial, caçador) que o design pode trazer ao mundo, deve ser agora combinada com um senso de responsabilidade. Em muitas áreas, os designers deverão aprender a reprojeter. Desta forma, será possível a sobrevivência através do design. (PAPANEK, 1971, apud OLIVEIRA, CAMPOS, [20--]).

Papanek acreditava que o designer tinha um papel decisivo para a sobrevivência e manutenção do meio em que vivemos. E para manter esse meio ainda saudável e apropriado é necessário um equilíbrio e são essenciais ações que diminuam esses impactos para garantir que estes recursos ainda existam para as futuras gerações. Outros designers voltaram sua atenção para este assunto para dar um melhor direcionamento a respeito da sustentabilidade no design de produtos. Manzini e Vezzoli (2002) apontam que o impacto ambiental não é determinado por um produto e menos ainda por um material que o compõe, mas pelo conjunto de processos que o acompanham durante todo o seu ciclo de vida e sugerem que para atingir a sustentabilidade ambiental é necessário que ocorram processos idealmente

praticáveis na mudança tecnológica e na mudança cultural. Assim, promover a aplicabilidade de técnicas que viabilizem maior ciclo de “vida” de um material ou produto, que promovam a minimização de processos de extração de matérias primas, a redução de insumos em processos de beneficiamento, entre outros, possibilita a maior sustentabilidade.

O ecodesign para Karlsson e Luttrupp (2006 apud BREHM, 2012 p. 21) é “um método de desenvolvimento de produtos que objetiva a redução do impacto ambiental e usa a criatividade para gerar produtos e processos mais eficientes”.

Segundo Venzke e Nascimento (1994 apud FUNK, 2007), quando se projeta um produto, é necessário considerar que quanto mais puros forem os materiais, mais fácil será a sua reciclagem; a redução no consumo de matéria-prima, além de economia, significa também redução na quantidade de resíduos gerados; produtos com formas simplificadas tem processos de produção também simplificados; é importante a adoção de tecnologias que recuperem os resíduos aproveitando o máximo da matéria prima obtendo ganhos ambientais e econômicos; usar formas de energia renováveis; analisar todo o ciclo de vida do produto (produtos duráveis ou de fácil recuperação); sempre que possível utilizar substâncias à base de água, como solventes, tintas que substituem produtos à base de petróleo. Todos esses conceitos submetem-se à disposição de Designers na incorporação de tais procedimentos sustentáveis nas metodologias aplicadas e permitem validar as expectativas propostas quando se desenvolve um produto de valor agregado com resíduos madeireiros.

No Brasil a extração da madeira começou quando a família imperial chegou ao país, e a madeira foi o alvo, a qual ocorreu, na maioria das vezes, de forma devastadora. (PEREIRA, 2013). Sucederam-se décadas de exploração desenfreada onde muitas espécies da Mata Atlântica sofreram, com essa ação, enormes impactos. O pensamento da época era, como descrito por Sachs (2002), que a natureza era a despensa de onde se tiraria, sem parcimônia, o máximo possível.

Segundo Prado (2006) era uma exploração rudimentar que não deixou traços apreciáveis, a não ser na destruição impiedosa e em larga escala das florestas nativas donde se extraia a preciosa madeira.

O Brasil consome hoje 1.783,3 mil m³ de madeira por ano na construção civil. Desse total, 33% são utilizados de forma não qualificada, isto é, como andaimes, escoras, formas de concreto, tapumes, barracos e outros usos não nobres, que terminam como descarte (GAUZIN-MÜLLER, 2011).

Pelo próprio perfil do mercado brasileiro, as madeiras de reflorestamento parecem ser a saída mais adequada, uma vez que o seu ciclo de renovação é relativamente curto e as distâncias entre as áreas reflorestadas e os principais centros consumidores são mais próximas. São também mais homogêneas e, se manuseadas corretamente têm baixo impacto ambiental e certeza de não liberação de CO₂³ na atmosfera. (GAUZIN-MÜLLER, 2011, p.15-16).

Nota-se uma nova tendência mundial em reaproveitar cada vez mais os produtos jogados no lixo para a fabricação de novos objetos, através de processos de reciclagem, o que representa economia de matéria-prima e de energia fornecidas para a natureza. (RODRIGUES & CAVINATTO, 2001 apud HEDLUND, 2013).

Um produto bastante utilizado até hoje em todo o mundo são os paletes, desenvolvidos em sua maior parte por ripas e blocos de madeira. Após cumprirem sua função são descartados gerando resíduos, podendo virar objetos de decoração ou serragem. Este material pode ser facilmente encontrado em feiras e centrais de abastecimento de produtos de São Luís - MA e serão objeto de estudo neste trabalho.

4.3 Paletes

Atualmente, bilhões de paletes transportam produtos de todos os formatos e tamanhos pelo mundo inteiro (REVISTA LOGÍSTICA, 2011).

Os paletes são plataformas que auxiliam no sistema de transporte e estocagem de produtos, podem ser de madeira, plástico papelão ondulado, metal ou de um conjunto de resíduos de diversos materiais.

Em entrevista para a revista REMADE (2010), a analista de PD&I⁴, Manuella de Castro e o gerente comercial, André Bagatin, ambos da Embafort, empresa produtora de paletes de madeira, expõe que os paletes têm a finalidade de suporte

³ Dióxido de Carbono

⁴ Sigla para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.

para algum componente, sendo utilizados na movimentação interna ou em partes de um processo de transporte, ainda complementam que são aplicados em todos os processos que buscam a otimização de áreas verticais, favorecendo a uniformização do local de estocagem e agilizando a movimentação de cargas, auxiliando, inclusive, na proteção dos produtos unitizados. Também para a revista REMADE (2010), Roberto Vieira, gestor de negócios da Embala Sul Industrial, também produtora de paletes de madeira, ressalta que a importância dos paletes na cadeia logística é a quantidade de meios humanos e materiais necessários para carregar num caminhão um determinado número de produtos, durante um período de tempo, com isso ele quis dizer que, maior será a produtividade e aproveitamento do sistema de carregamento quanto menor for o tempo e os meios utilizados para isto.

O tipo mais comum de palete encontrado nos centros de distribuição de São Luís é o palete de bloco, constituídos de sarrafos e blocos, como mostra a figura 03.

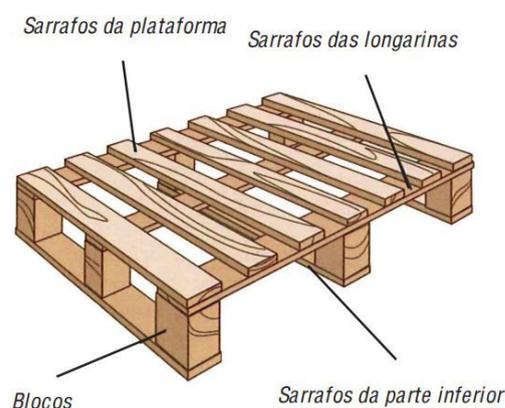


Figura 03 - Palete de bloco

Fonte: <https://www.imam.com.br/consultoria/artigo/pdf/fundamentos-sobre-paletes.pdf>

Possuem três longarinas de madeira que são sustentadas, geralmente, por nove blocos, nos cantos, nas laterais e no centro. A maioria dos paletes desse tipo são de quatro entradas, que proporcionam a entrada de empilhadeiras ou transpaletes em qualquer lado.

Com o constante uso, começam a perder a qualidade até que não consigam mais atender ao seu propósito inicial, tornando-se resíduos. Em muitos armazéns, os paletes de madeira descartados representam a maior categoria de lixo. (...), um palete, em média, consegue realizar cerca de 10 viagens até não ser mais utilizado (REVISTA LOGÍSTICA, 2008).

Assim que começam a apresentar defeitos, são separados e acumulados, o que pode atrair insetos, fungos e animais indesejáveis. Os paletes podem ser direcionados para três possíveis meios de reaproveitamento deste material.

O primeiro ocorre com a venda do produto para uma indústria que faz a gestão de resíduos por meio da reparação dos melhores paletes, ou seja, aqueles que ainda apresentam qualidade.

A segunda opção ocorre através do comércio do resíduo, que após triturado é comercializado em forma de serragem e lascas de madeira para a confecção de painéis, biomassa e destinado para o tratamento de animais. Este processo, além de dispendar muita energia para ser realizado, pode emitir materiais tóxicos.

E a terceira ocorre quando os “recicladores”, pessoas que utilizam paletes como matéria prima, captam o resíduo e individualmente, em associações ou com a intervenção de profissionais do design e arquitetura, propõem soluções que reinserem o material de volta ao ciclo produtivo, prolongando sua vida útil e dando novo significado à peça. (ENGLER; LACERDA; GUIMARÃES, 2017)

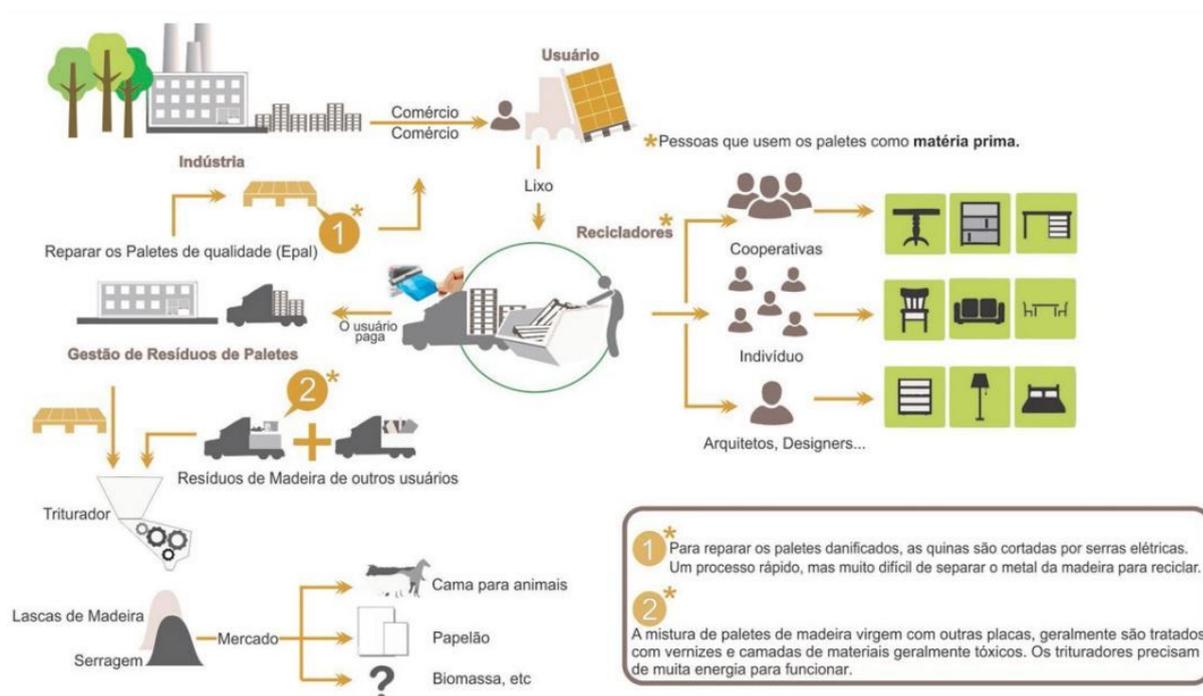


Figura 04 - Ciclo de vida dos paletes

Fonte: file:///C:/Users/User/Downloads/110234-Artigo%20(manuscrito%20de%20submiss%C3%A3o%20inicial)-273624-1-10-20171101%20(2).pdf

Tendo em vista a possibilidade de reinserção deste material no mercado, bem como todos os impactos anteriormente citados pelo seu descarte inadequado e a importância do reaproveitamento de resíduos, os paletes serão a principal matéria prima neste projeto, para o desenvolvimento de um novo produto a partir dele.

4.4 Termorreificação

A maioria das madeiras quando secas são dotadas de baixa densidade (igual ou inferior a 1 g/cm³), boa resistência à flexão, à tração e ao impacto, sendo também, bons isolantes térmicos e elétricos. (LIMA, 2006)

A modificação térmica de madeiras é uma técnica que foi desenvolvida na década de 40 do século XX. No Brasil a pesquisa neste tema ainda é pequena e pulverizada, porém vem ganhando destaque atualmente (BORGES e QUIRINO, 2004).

A termorreificação é um dos tratamentos físico-químicos, onde a madeira é submetida a um processo de termodegradação, na carência ou alta deficiência de oxigênio, assim impedindo que a mesma entre em combustão, sendo considerado o produto de uma pirólise controlada onde os constituintes químicos se degradam, este processo é interrompido antes que ocorram reações exotérmicas as quais se iniciam a uma temperatura de 280°C, nesta temperatura é iniciada a combustão espontânea da madeira, assim o tratamento térmico é eficiente, pois este degrada a hemicelulose, assim, diminuindo a interação da madeira com água (BRITO et al., 2006).

Segundo Zanuncio (2014 apud AZEVEDO, 2016), esse processo pode alterar a cor da madeira, fazendo com que esta se aproxime das madeiras de maior valor de mercado. Este processo é muito utilizado nos EUA e na Europa, e vem ganhando força em virtude do seu caráter pouco poluente.

As vantagens dessa técnica, como: melhoria do valor de mercado do material, resistência à ataques biológicos, à movimentação dimensional do material, ser pouco poluente, e não necessitar de altos investimentos em insumos, agrega tanto ao material como ao processo perspectivas de aplicações onde o designer pode se inserir, por meio do desenvolvimento de produtos madeireiros e da divulgação de tais benefícios. Embora tenha muitas vantagens, é um processo que consome energia consideravelmente, uma vez que seu processo pode levar até 24 horas, além de não ser recomendado para ambientes abafados por liberar calor e odor forte.

5. METODOLOGIA

A fundamentação do trabalho se deu a partir de pesquisas na área do design de produto, utilização de resíduos de madeira e ecodesign. Foi uma pesquisa do tipo exploratória, onde levantou-se dados sobre o assunto em livros, revistas, artigos científicos, sites, observação e entrevistas para determinar a finalidade do material recolhido a fim de propor uma alternativa para sua reutilização.

As pesquisas realizadas contribuíram para dar embasamento ao projeto e direcionar cada etapa até o desenvolvimento do produto. Para Gil (2002), a pesquisa é desenvolvida mediante o concurso dos conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. Na realidade, a pesquisa desenvolve-se ao longo de um processo que envolve inúmeras fases, desde a adequada formulação do problema até a satisfatória apresentação dos resultados.

Este trabalho é fruto da disciplina de Projeto Integrado II, do curso de Design da Universidade Federal do Maranhão, onde a proposta foi trabalhar com resíduos de madeira de paletes, aplicar a técnica da termorretificação neste material e desenvolver um novo produto a partir dele.

5.1 Análise da madeira

A madeira utilizada é proveniente de paletes recolhidos na Central de Abastecimento – CEASA/ MA. Por meio de entrevista e observação notou-se que uma grande quantidade de paletes permanece empilhada em áreas abertas, sob efeito da ação do tempo, ou amontoados em galpões. O custo varia entre R\$ 8,00 e R\$ 10,00 dependendo do estado de conservação.



Figura 05 - Alguns paletes empilhados na CEASA/MA

Fonte: AUTOR, 2018

Após serem desmontados, os sarrafos de madeira que tinham medidas aproximadas de 105x7x1,5 cm e 65x7x1,5 cm foram separadas e cortadas afim de serem acondicionadas na estufa para secagem. A identificação da madeira foi feita por meio de um microscópio de 1000x de aumento, analisando o material comparativamente à amostras de madeira com corte transversal, o que apontou a madeira utilizada proveniente de pinus.

A madeira de pinus, além de ser um produto de exportação com forte demanda internacional, é muito versátil e, por isso, uma das melhores alternativas em diversas aplicações que vão desde a produção de embalagens e paletes para movimentação de cargas, passando por mobiliário e painéis, até uma grande variedade de componentes para construção civil. (REMADE, 2006)

5.2 Aplicando a Técnica da Termorretificação

As ripas selecionadas dos paletes foram para a estufa, posicionadas lado a lado dispostas nas 3 grades de apoio para serem termorretificadas. A estufa suportou 15 peças em cada processo. As peças foram secas por 24h à temperatura de 100 °C, para obtenção de madeira anidra⁵. Posteriormente foram empilhadas e pesadas para determinação do peso inicial das peças em balanças de precisão digital no Núcleo de tecnologia das madeiras e das fibras – NTMF, vinculado ao Departamento de Desenho e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão – UFMA. Na sequência, foram retiradas aquelas que apresentaram defeitos visuais expressivos, tais como empenamentos e rachaduras.

Para as termorretificações foi utilizada uma estufa elétrica laboratorial, com controle de temperatura. As condições de aquecimento dos tratamentos são apresentadas na Figura 06, de acordo com experimento proposto por Brito (2006).

⁵ Anidro é um termo geral utilizado para designar uma substância de qualquer natureza que não contém, ou quase não contém, água na sua composição.

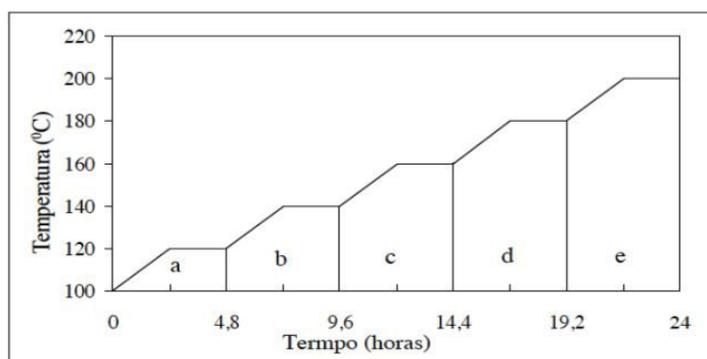


Figura 06 - Tratamento de termorretificação para as amostras

Fonte: BRITO, 2006

Ao final de cada tratamento, a estufa foi desligada e as amostras permaneceram no seu interior para resfriamento até a temperatura de 30°C, sendo então retiradas, pesadas e armazenadas.



Figura 07 - Amostras de palete no forno após termorretificação

Fonte: AUTOR, 2018

Foi realizado ainda o cálculo de perda de água, por meio da redução de massa da madeira termorretificada, segundo a equação $[R = (M1 - M2)/M1 \times 100]$, em que R = Redução de massa (%), M1 = massa da madeira antes da termorretificação (g), M2 = massa da madeira após termorretificação (g).

A figura 08 apresenta os resultados em porcentagem de perda de água para cada tratamento da termorreificação das peças.



Figura 08 - Relação entre os tratamentos e a porcentagem de perda de água

Fonte: AZEVEDO, 2016

O tratamento “a” não apresentou diferença entre as amostras não termorreificadas e as termorreificadas, para o tratamento “b” houve uma tímida diferença, chegando próximo dos 1% de variação em massa. O tratamento “c” com aumento da temperatura à 160°C e com aproximadamente 14h de secagem, a diferença foi mais perceptível, sendo ainda mais evidente nos tratamentos “d”, à 180°C em 19h, com 3% de diferença de massa e o tratamento “e” à 200°C em 24h, com 5% de perda de água. Brito (2006) observa que o aquecimento da madeira em altas temperaturas degrada alguns constituintes químicos, sobretudo as hemiceluloses que são menos estáveis termicamente e se degradam mais rapidamente em comparação com outros constituintes primários (celulose e lignina), e em consequência, provocando a perda de massa e alteração de sua coloração.

Para a confecção da luminária, optou-se pelas madeiras submetidas ao tratamento “e”, visto que foram as amostras com maior percentual de perda de água e esteticamente apresentaram a coloração mais escura, havendo possibilidades de trabalhar o contraste de cores que se apresentou nas peças.



Figura 09 - Diferença de coloração entre amostra não termorreificada e após tratamento

Fonte: AUTOR, 2018

5.3 Metodologia Projetual da Luminária

A metodologia de projeto utilizada para auxiliar no desenvolvimento deste trabalho foi a de Bruno Munari, que é dividida em 12 etapas, como mostra a figura 10.

P - problema
DP - definição do problema
CP - componentes do problema
CD - coleta de dados
AD - análise dos dados
C - criatividade
MT - materiais tecnologia
E - experimentação
M - modelo
V - verificação
DC - desenho de construção
S - solução

Figura 10 - Etapas da Metodologia proposta por Bruno Munari

Fonte: AUTOR, 2018

5.3.1 Problema

A etapa inicial da metodologia proposta por Bruno Munari é denominada por um “Problema”. Esta primeira etapa advém de uma necessidade e a partir dela cabe ao designer a proposta de uma solução, porém, entre a definição do problema e a solução, existem algumas etapas essenciais para tornar o projeto mais plausível e longe de uma proposta impossível ou que não funcionará. Essas etapas irão recolher dados que irão embasar todo o projeto aumentando as chances de sucesso e até distanciando de um produto que já existe. Quando se parte da ideia sem antes atentar-se a estes requisitos, a possibilidade de frustração por parte do projetista é muito maior.

Munari (2008) afirma que “o problema não se resolve por si só; no entanto, contém já todos os elementos para a sua solução. É necessário conhecê-los e utilizá-los no projeto de solução”. Para tal, deve-se seguir cada etapa de elaboração de um projeto.

Neste projeto, definiu-se o problema: Reutilização de resíduos de paletes aliado à termorretificação da madeira. Logo após esta etapa vem a definição do problema, para torná-lo mais específico e partir para as próximas etapas da Metodologia.

5.3.2 Definição do Problema

“Utilizar resíduos de madeira termorretificados de paletes como principal matéria-prima para o projeto de uma luminária pendente”. Neste ponto inicial do projeto começou-se a elencar os sub-problemas, tendo em vista que para cada um, deve ser proposto um norte que leve a um único ponto, a solução final do projeto. Segundo Munari (2008), qualquer que seja o problema, pode-se dividi-lo em seus componentes. Essa operação facilita o projeto pois tende a pôr em evidência os pequenos problemas isolados que se ocultam nos subproblemas.

5.3.3 Componentes do Problema

Os componentes do problema elencados para este projeto são:

- Qual a forma da luminária?
- Qual tipo de iluminação utilizar?
- Que outros componentes serão utilizados?
- Qual a forma de união entre os elementos da luminária?

5.3.4 Coleta de Dados

Foi feita uma pesquisa sobre luminárias desenvolvidas a partir de resíduos de madeira, os materiais relacionados a estes produtos e outros possíveis materiais que pudessem complementar o projeto.

5.3.4.1 Modelos de luminária



Figura 11 - Lustre de madeira de demolição

Fonte: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-749023495-lustre-madeira-demolico-15x15-luminaria-lustre-_JM

Luminária pendente decorativa desenvolvida com madeira de paletes, sustentação por meio de correntes e iluminação amarela para compor o projeto.



Figura 12 - Arandela em madeira de demolição

Fonte: <https://arquitetaseexpress.com.br/produto/arquitetas-express-arandela-em-madeira-de-demolicao-angico-403/>

Arandela produzida manualmente em madeira de demolição, preservando todas as marcas do tempo resultantes do seu uso original, ideal para ambientes rústicos.



Figura 13 - Arandela Lua Proposta Verde

Fonte: <http://propostaverde.blogspot.com/2013/09/luminarias-sustentaveis.html>

Projeto simplificado, desenvolvido com madeira de demolição e sistema de encaixe para facilitar a manutenção.



Figura 14 - Plafon rústico Proposta Verde

Fonte: <http://propostaverde.blogspot.com/2013/09/luminarias-sustentaveis.html>

Possui uma forma simples para facilitar sua confecção, desenvolvido com princípios de ecodesign em madeira de demolição e vidro, pensada para ambientes mais rústicos.



Figura 15 - Luminária Terra Proposta Verde

Fonte: <https://www.carrodemola.com.br/decoracao/iluminacao/luminarias/balizador-terra-bivolt-madeira-ecologica-proposta-verde-69x13-cm-91163.html>

Design atemporal, formas retas de fácil desmontagem, para ambientes internos e externos e desenvolvido com madeira certificada o que assegura um manejo sustentável.



Figura 16 - Pendente Kilter

Fonte: <https://www.idlights.com/kilter-pendant-with-wood-pallet/>

Design minimalista, iluminação amarela, produzida com madeira de paletes em desuso.

5.3.4.2 Forma da luminária

Observando a madeira disponível, foi pensado a forma do produto de modo a aproveitar melhor o material utilizando técnicas de acabamento possíveis na marcenaria do curso de design da UFMA. O projeto essencialmente deve ter formas retas aproveitando o formato das ripas dos paletes dentro das dimensões disponíveis, com fácil fixação entre as peças. Foi tomado nota dessas observações para a posterior etapa de criatividade.

5.3.4.3 Tipos de sustentação

Para luminárias do tipo pendente em geral, que foi o tipo escolhido para este projeto, existem dois principais tipos de sustentação, o cabo de força, que exerce tanto a função de sustentação quanto de transmitir a energia ao ponto de luz e o cabo de aço que necessita também de um cabo de força para ligar o ponto de luz.

O que determina a preferência entre esses dois tipos de cabos é o projeto da luminária, tanto em relação ao peso quanto pela estética. A diferença básica é a espessura dos cabos.



Figura 17 - Luminárias pendentes com seus cabos de sustentação

Fonte: <https://www.leroymerlin.com.br/pendentes>

Os cabos de energia para pendentes consistem em dois fios condutores metálicos, positivo e negativo encapados por um material isolante que pode ser um revestimento de tecido, polímeros ou metal, variando a cor de acordo com o projeto e geralmente tem espessura de meio centímetro. Esse material garante tanto o isolamento da parte elétrica evitando choques quanto dar sustentação ao pendente.



Figura 18 - Cabos para pendente revestidos de tecido

Fonte: <https://www.huntertrade.com.br/cabo-eletrico-flexivel-fio-encapado-com-tecido-colorido-para-pendente-por-metro-fiotech>



Figura 19 - Cabos revestidos com composto termoplástico polivinílico

Fonte: <https://www.allcab.com.br/catalogo/cabo-para-luminaria/>

Cabos de aço para pendentes tem espessura bem menor, entretanto são tão resistentes quanto os cabos de força anteriormente citados e possuem em sua maioria, espessura de 1,2 mm. São cordas constituídas por vários arames de aço enrolados entre si, fazendo um movimento de torção. Essa torção que pode ser para a direita ou para a esquerda determina algumas características.



Figura 20 - Torção à esquerda e à direita respectivamente

Fonte: <http://www.cabosdeacocablemax.com.br/cabo-de-aco.html>

Cabos torcidos à esquerda tem os arames de cada perna torcidos no sentido oposto aos das próprias pernas ficando posicionados aproximadamente paralelos ao eixo longitudinal do cabo, são mais fáceis de manusear e tem boa resistência ao desgaste pela fricção das pernas internas. Os torcidos à direita tem os arames de cada perna torcidos no mesmo sentido que o das próprias pernas ficando posicionados diagonalmente ao eixo longitudinal do cabo, são mais resistentes à abrasão e mais flexíveis, entretanto, menos resistentes a amassamentos.

Os cabos de aço são compostos da seguinte forma, como mostra a figura 21.

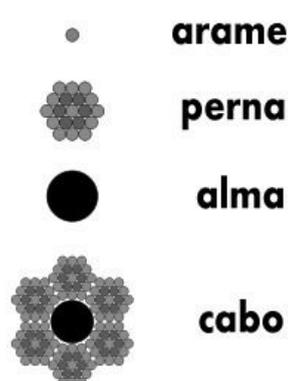


Figura 21 - Componentes de um cabo de aço

Fonte: <http://www.cabosdeacocablemax.com.br/cabo-de-aco.html>

Atualmente, existem 8 tipos de construção das pernas de um cabo de aço: 6x7, 6x19, 6x25, 6x36, 6x37, 6x41, 8x19 e 19x7. O primeiro número indica a quantidade de pernas, e o segundo a quantidade de arames que formam as pernas. (CABLEMAX, 2010). Para cada tipo de cabo existe uma função e recomendações de uso, mas o principal fator a ser levado em consideração é o peso que será suportado.

A possibilidade de utilização do cabo de aço permite também o uso de fios condutores de menor espessura. Os pendentos possuem estruturas, geralmente metálicas que são fixadas no teto com o auxílio de parafusos e buchas. Essas estruturas são responsáveis pela sustentação de todo o peso da luminária.

As cordas de violão são bastante resistentes, auxiliam na produção do som de cada nota e acorde musical e estão sob ação constante da tração. São dois os tipos, a corda enrolada se divide em duas partes, “núcleo” e “filamento envoltório”.

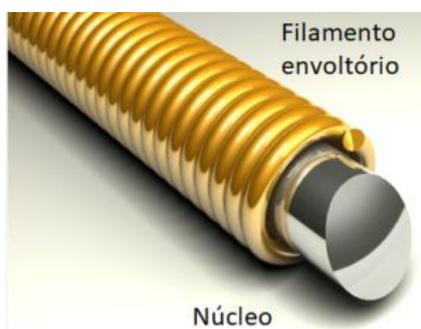


Figura 22 - Componentes de um cabo de aço

Fonte: <http://blog.cavanhaweb.com.br/materiais-das-cordas-de-violao/>

O material de produção do núcleo pode ser o aço, níquel, ou mesmo nylon, já o filamento envoltório pode ser fabricado em aço inoxidável, cobre, bronze, prata, seda, entre outros. As cordas sem filamento envoltório, ou que possuem somente núcleo são conhecidas como cordas planas. Geralmente as primeiras cordas do violão não possuem filamento envoltório.

Por se tratarem de cordas de aço com alta resistência, para a sustentação das peças, nesse projeto, foram utilizadas cordas usadas de violão que foram substituídas por novas, provenientes de luthierias que fazem esse tipo de manutenção. Foram escolhidas a primeira (MI) e segunda (SI), as cordas mais finas, o que proporcionou um acabamento mais discreto. Cada peça pesa em torno de 223 g, o cabo de aço de violão suportou nos testes de tração em média 3,6 kg antes de romper, tendo uma boa margem de sustentação que tornou possível sua utilização.



Figura 23 - Teste de tração nas amostras de cordas de violão

Fonte: AUTOR, 2018

5.3.4.4 Tipos de iluminação e lâmpadas

Ao se tratar de luminárias, a incidência da luz pode ser dividida de seis formas, como cita Gurgel (2011, apud SANTOS, 2015).

Tabela 01 - Tipos de incidência da luz

Fonte: GURGEL, 2011

 DIRETA	EMITE OS FACHOS DE LUZ DIRECIONADOS PARA O AMBIENTE A SER ILUMINADO
 INDIRETA	EMITE OS FACHOS DE LUZ DIRECIONADOS PARA UMA SUPERFÍCIE (PAREDE OU TETO) QUE A REFLETE
 DIRETA-INDIRETA	EMITE OS FACHOS DE LUZ IGUALMENTE, TANTO PARA CIMA COMO PARA BAIXO
 SEMIDIRETA	EMITE 10% A 40% PARA A SUPERFÍCIE DE REFLEXÃO E O RESTANTE PARA O AMBIENTE
 SEMI-INDIRETA	DISTRIBUI DE 60% A 90% DA LUZ PARA O PLANO DE REFLEXÃO E O RESTANTE PARA O AMBIENTE
 DIFUSA GERAL	DISTRIBUI A LUZ DE FORMA HOMOGÊNEA PARA TODAS AS DIREÇÕES

Sobre os tipos de lâmpadas mais comuns, existem quatro grupos:

- Incandescentes

Constituídas de um filamento de tungstênio normalmente enrolados em forma espiralada, que atingem a incandescência devido a sua dissipação de potência. Envolvendo o filamento existe um bulbo de vidro cheio de gás inerte, normalmente nitrogênio, que evita a oxidação do tungstênio (FIORINI, 2006). Apesar do seu baixo custo e do seu alto índice de reprodução de cores, possui a menor vida útil, de 600 a 1000 horas e o maior consumo de energia.

- Halógenas

Constituída de um tubo de quartzo, dentro do qual existe um filamento de tungstênio e partículas de um elemento halógeno, normalmente iodo ou bromo. Ao evaporar do filamento, o tungstênio combina-se com o gás presente no interior do tubo, formando o iodeto de tungstênio. Devido às altas temperaturas, parte do tungstênio deposita-se no filamento, regenerando-o e criando, dessa forma, um ciclo de funcionamento também conhecido como ciclo do iodo, como descreve Fiorini (2006). É comum para iluminação de destaque, possui o tempo de vida maior, em média 2000 horas, seu índice de reprodução de cor é alto como a incandescente, porém, emite uma luz mais branca.

- Fluorescente tubular e compacta

Revestida internamente com um tipo de fósforo que reage com a radiação ultravioleta gerada pela ionização dos gases presentes, produzindo luz visível. Utilizam o princípio de descarga elétrica através de um gás, podendo ser vapor de mercúrio ou argônio de baixa pressão (DOS SANTOS, 2007 apud SANTOS, 2015). São mais econômicas que as anteriores, mais frias, duráveis, chegando a cerca de 8000 horas e com o índice de reprodução de cores podendo variar de 70% a 95% dependendo do modelo, em contrapartida, tem alto custo no mercado.

- LED⁶

É uma lâmpada bastante econômica, muito durável, bem compacta, esquenta pouco e pode ser encontrada em diferentes cores e formas. Não emite raios UV⁷ nem infravermelho (GURGEL, 2011). Em média, têm vida útil de 20.000 horas e embora tenham custo um pouco mais elevado, são as mais eficientes disponíveis no mercado.

Para este trabalho, foi utilizado a fita de LED, que é econômica, flexível, autocolante e permite sua utilização em pedaços de diferentes tamanhos, o que a torna mais versátil podendo ser aplicada de diversas formas no projeto.

⁶ Light Emitting Diode (Diodo emissor de luz)

⁷ Ultravioleta

Assim como as lâmpadas halógenas utilizam transformadores e as fluorescentes, reatores os LEDs necessitam de drivers para funcionar.



Figura 24 - Drivers, ou fontes de alimentação do LED

Fonte: <https://www.vivadecora.com.br/pro/iluminacao/como-funciona-fita-de-led/>

O driver é uma fonte de alimentação eletrônica, com uso mais adequado para as cargas que necessitam de uma corrente contínua e estabilizada, como é o caso dos LEDs. Nas fitas de Led flexível, sempre haverá a indicação de quantos metros serão ligados a uma mesma fonte (VIVA DECORA, 2018).

5.3.4.5 Difusores

Alguns modelos de luminária possuem um componente responsável por proteger os olhos da incidência direta da luz. Este componente pode ser de PP⁸, PVC⁹, PMMA¹⁰, papel, tecido, vidro, dentre outros materiais. Os difusores são elementos translúcidos, foscos ou leitosos, colocados em frente à fonte de luz com a finalidade de diminuir sua luminância, reduzindo as possibilidades de ofuscamento (BARBOSA, 2007).

Observando as luminárias apresentadas anteriormente, naquelas que apresentam difusores, são utilizados o vidro e o polimetacrilato de metila.

O vidro é uma solução mútua de óxidos inorgânicos fundidos, resfriados para uma condição rígida sem cristalização, formando uma variedade de objetos rígidos e transparentes. (LIMA, 2006).

⁸ Polipropileno

⁹ Policloreto de vinila

¹⁰ Polimetil-metacrilato (acrílico)

Richards (2006, apud BERGAMO, 2014) afirma que no século XX, a busca pela transparência, reflexão, translucidez e opacidade, juntamente com as melhorias dos vidros, evoluíram com a construção civil. Dependendo do tipo do vidro, ele pode ser produzido em forma plana, curva perfilada ou ondulada; transparente, translúcido ou opaco; superfície lisa, polida, impressa, fosca, espelhada, gravada, esmaltada ou termo-refletida; colorido ou incolor. (BERGAMO, 2014).

O PMMA é um produto resultante da polimerização do monômero metilmetacrilato. É bastante utilizado como difusor em luminárias. Apresenta elevada transparência e baixo índice de refração, alto brilho, rigidez e excelente estabilidade dimensional, resistente à intempéries (inclusive os raios UV) e boa resistência ao impacto. (LIMA, 2006).

Os difusores produzem um efeito agradável e sensação de conforto ao ambiente, além de se aplicarem tanto para a iluminação branca quanto para a amarela. Contribuem também para esconder outros componentes da luminária, como fios, lâmpadas, estruturas de fixação, etc.

5.3.4.6 União entre os componentes

Toda luminária, desde as produzidas industrialmente em larga escala até as feitas a mão com materiais reutilizados, sem restrição, possuem elementos de união entre suas peças e no sistema de fixação na superfície escolhida, seja ela parede ou teto. As formas mais comuns são a utilização de parafusos, principalmente entre componentes de metal e vidro, mas também utilizados em madeira, além de cola, pregos, amarração, ganchos e encaixes.

Tendo como foco a madeira, o tipo de cola mais recomendado para união entre peças são os adesivos vinílicos, produtos sintéticos, produzidos a partir da polimerização do acetato de viníla disperso em água. São comumente chamados de “colas brancas” ou “adesivos PVA¹¹” (Remade, 2007).

O adesivo deve ser aplicado em toda a superfície a ser colada para melhor fixação. O maior grau de molhagem permite um maior contato entre adesivo e aderente, o que resulta em uma ligação mais resistente. A rugosidade da superfície

¹¹ Acetato de polivinila

do aderente pode proporcionar maior eficiência nas ligações, por apresentar maior área de contato do adesivo com o aderente (JESUS, 2000). A madeira de modo geral é um material de fácil colagem, pois permite o desenvolvimento de uma linha de cola eficaz, como afirmam Brady e Kamke (1988 apud SCHAYDER, 2014). Para melhor fixação recomenda-se a utilização de grampo sargento, também conhecido como grampo tipo C para exercer pressão nas peças até que a água evapore por completo e a cola seque (CARREFOUR, S.D.).



Figura 25 - Cola de PVA em superfície de madeira

Fonte: <http://blogdamarcenaria.com.br/cola-para-madeira-melhor-opcao/>

Carneiro et al. (2007) aludiu que o PVA tem grande aceitação em todos os segmentos do mercado, devido à vantagens como: preço relativamente mais baixo se comparado a outros adesivos; ser solúvel em água; não inflamável; possui ainda uma linha de cola clara ou incolor.

Embora seja uma opção bastante utilizada, não é recomendada para produtos utilizados em áreas úmidas por se tratar de um componente solúvel em água.

Outras opções para união de peças de madeira são o parafuso e porca, ideal para peças maiores ou que precisam ser desmontadas, parafuso com bucha para fixação de peças mais pesadas em superfícies como parede e teto, imãs, cavilhas, pinos e encaixes também facilitam a desmontagem.

5.3.5 Análise de Dados

Para esta etapa foi feita uma análise estrutural e funcional das luminárias apresentadas no item 5.3.4.1.

Tabela 02 - Análise estrutural e funcional de Luminárias feitas com resíduos de madeira

MODELO DA LUMINÁRIA	ANÁLISE ESTRUTURAL	ANÁLISE FUNCIONAL
	<p>Pendente feito com ripas de madeira coladas, intercaladas com espaços vazios para passagem da iluminação na lateral e parte inferior, sustentação por corrente parafusada no teto por onde também passa o cabo de energia até o bocal para lâmpada led.</p>	<p>Luminária decorativa, reproduz iluminação direta.</p>
	<p>Arandela em formato de semicírculo de ripas coladas em estrutura de madeira com gancho para fixação na parede, possui difusor.</p>	<p>Luminária decorativa, reproduz iluminação semi-indireta.</p>
	<p>Arandela feita com ripas beneficiadas, em formato de caixa, abertura nas laterais para saída da luz, estrutura de encaixe, iluminação de led.</p>	<p>Luminária decorativa, reproduz iluminação direta-indireta.</p>
	<p>Arandela em formato quadrado feito com ripas coladas, possui difusor de vidro e iluminação de led.</p>	<p>Luminária decorativa, reproduz iluminação difusa.</p>
	<p>Balizador em madeira certificada com cortes retos, possui difusor, soquete em cerâmica e lâmpada led tubular.</p>	<p>Luminária decorativa, reproduz iluminação direta.</p>

	<p>Pendente feito com ripas coladas formando uma caixa, iluminação com lâmpada de led amarela, fixa no teto por cabos de aço</p>	<p>Luminária decorativa, reproduz iluminação direta.</p>
---	--	--

Observou-se nesses modelos de luminárias que houve predominância na escolha pelo led como fonte de iluminação. Na maioria dos casos, a madeira, em tonalidade escura preservou as marcas do tempo como efeito do projeto. Fixadas na superfície por meio de parafusos e buchas e no caso dos pendentos utilizou-se como sustentação corrente para um efeito mais rústico e cabos de aço para um visual mais discreto. Na união entre as peças de madeira o material mais utilizado foi o adesivo PVA. Os modelos que utilizam iluminação amarela não possuem difusores, os que possuem utilizam vidro ou acrílico branco leitoso.

5.3.6 Criatividade

O conceito utilizado para o desenvolvimento da luminária pendente foi baseado no fengling.

O Fengling, como foi denominado, surgiu na China por volta de 1100 aC, significa “Sino dos Ventos” e também é conhecido como Mensageiro dos Ventos. Para os orientais possui um significado que está além de um mero objeto decorativo. Foi desenvolvido para trazer proteção, afastar os maus espíritos e atrair as boas energias, feitos por artesãos qualificados e principalmente utilizados em cerimônias religiosas. O mensageiro dos ventos caracteriza-se, em sua maioria, por uma esfera ou cilindro de metal, cerâmica, vidro, bambu, madeira, entre outros materiais, com um pêndulo no centro que balança sob o efeito do vento e produz um som ao se chocar. Ao longo dos anos foram surgindo novas formas e materiais tornando-o mais versátil e desejado nas casas como objeto de relaxamento e para decoração de ambientes.

Além do seu tilintar que produz sons característicos dependendo do material utilizado, a forma também é essencial para trazer a sensação de relaxamento, leveza e embelezamento.

Dentro do Feng Shui cada material desempenha uma função diferente, os feitos de madeira ajudam a estimular a autoconfiança e a criatividade, devem ser colocados em cômodos mais silenciosos. (WEMYSTIC, 2018).

A forma dos diversos modelos de sino dos ventos foi objeto central de estudo para a geração de idéias da luminária.



Figura 26 - Modelo de Sino dos ventos em espiral

Fonte: <https://www.casalotus.pt/sinos-dos-ventos-espanta-espantos/49-sino-dos-ventos-espanta-espantos-cascata.html>

Uma das formas em que o sino dos ventos se apresenta é a que dispõe suas peças em espiral causando um efeito visual leve e agradável. São peças presas por fios de comprimentos diferentes que aumentam gradativamente entre cada peça, dispostas de maneira circular em uma base superior que pode ser quadrada ou redonda.

Pensando nisso, e levando em consideração a madeira disponível para o desenvolvimento do produto, elaborou-se para a etapa de criatividade peças de formato simplificado para facilitar a produção e montagem.

Desenvolvidas a partir de ripas de madeira coladas que irão conter fita de LED, com difusor em acrílico e sustentação por cabo de aço.

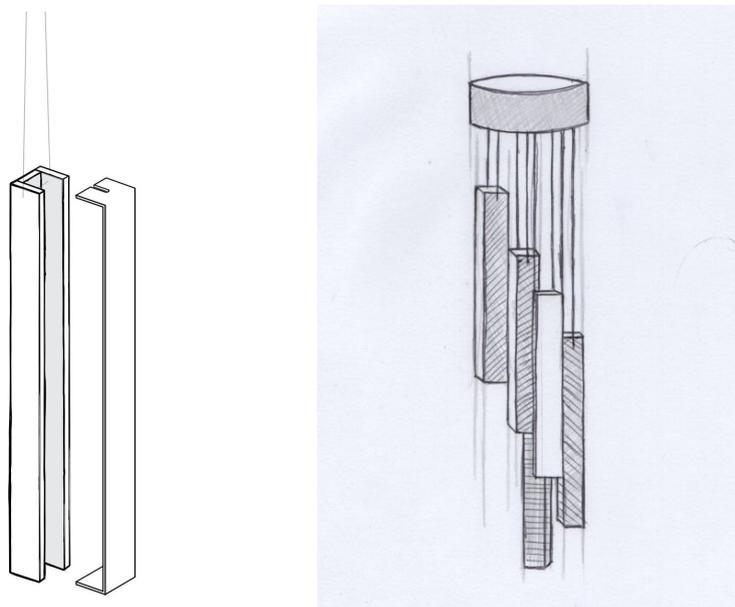


Figura 27 - Idéia desenvolvida para a luminária
Fonte: AUTOR, 2018

5.3.7 Materiais e tecnologia

Feita a seleção das amostras termorretificadas de paletes, os sarrafos foram desbastadas na plaina para planificar as superfícies.



Figura 28 - Planificando amostras na plaina
Fonte: AUTOR, 2018

Após, foram cortadas na serra circular até chegarem à dimensão aproximada de 40 centímetros de comprimento (a) por 3 de largura (b) e altura (c) de 1 centímetro com acréscimo nas medidas de alguns milímetros para o desbaste na lixadeira e lixa manual, como mostra a figura 29.

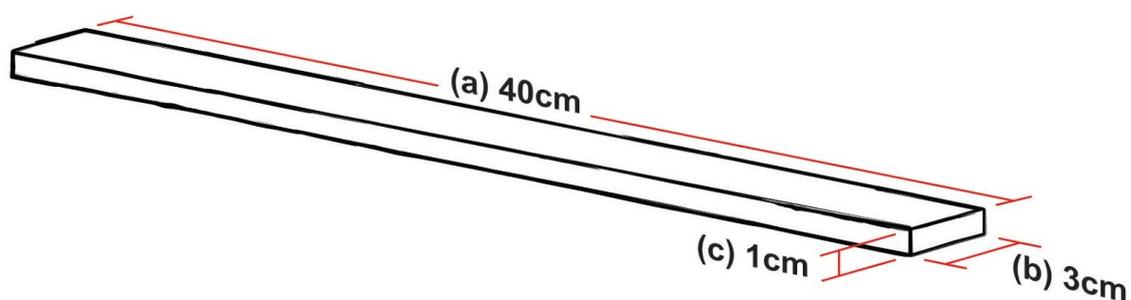


Figura 29 - Medidas das ripas após o corte
Fonte: AUTOR, 2018

Cada sarrafo, dependendo do estado de sua superfície, gerou de uma a duas ripas nas dimensões anteriormente citadas.



Figura 30 - Cortando amostras na serra circular
Fonte: AUTOR, 2018

após serem cortadas passaram pela lixadeira até alcançarem um acabamento liso ou com o mínimo de textura aparente.



Figura 31 - Lixando amostras
Fonte: AUTOR, 2018

Para a confecção das peças pendentes da luminária foi estimada a quantidade de 15 ripas, porém, algumas além deste número passaram pelo processo para eventuais falhas e reposições.



Figura 32 - Amostras nas dimensões para colagem
Fonte: AUTOR, 2018

A luminária é composta por uma base fixa no teto e 5 grupos contendo 3 ripas cada, porém, este projeto permite que o número de grupos varie para 3 e 7, dando a possibilidade da formação de um conjunto de luminárias com tamanhos diferentes. A disposição das peças segue o mesmo padrão de espiral. Para a montagem de cada grupo, uma peça, nas faces (c), foi colada com cola branca de madeira entre duas outras, na base das faces (a), conforme a figura número 33.

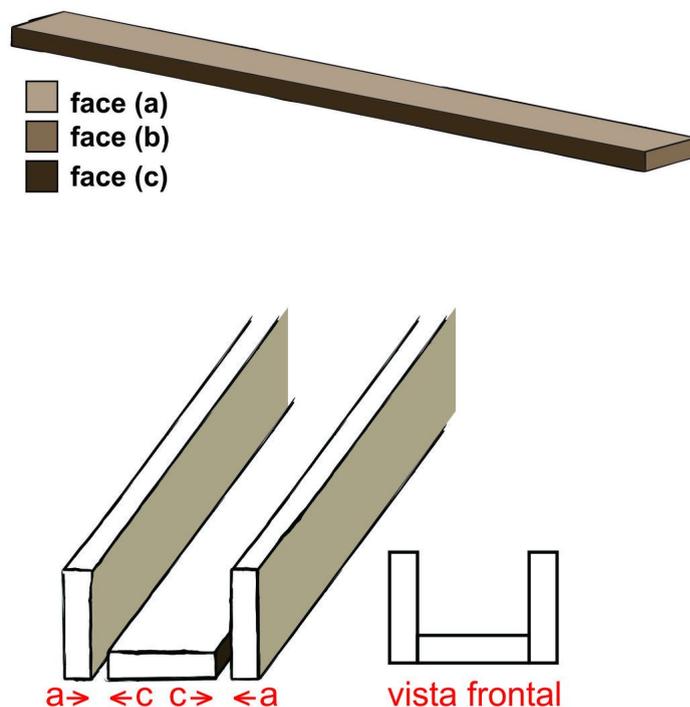


Figura 33 - Demonstração da colagem entre as peças
Fonte: AUTOR, 2018

As peças permaneceram fixas com o auxílio de sargentos até que a cola secasse por completo. Ao final deste processo cada grupo foi lixado novamente para alinhar as peças sem deixar desníveis na união entre elas.



Figura 34 - Peças coladas sendo lixadas para eliminar desníveis
Fonte: AUTOR, 2018

Cada uma das 5 peças, já coladas, foi perfurada com broca de madeira de 1 mm na posição de 1,5 cm da lateral e 1 cm do topo em um dos lados atravessando as duas faces (a). Por este furo passará o cabo de aço.

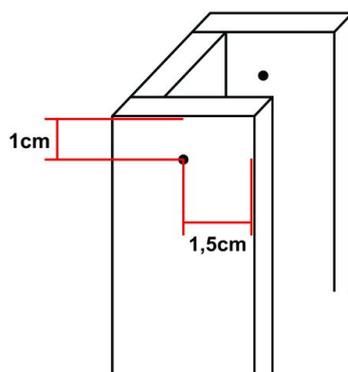


Figura 35 - Posição dos furos nas peças
Fonte: AUTOR, 2018

Para a confecção dos difusores foi utilizado acrílico branco leitoso de 2 mm de espessura obtido de uma pilha de material de descarte, que acontece periodicamente em uma empresa que trabalha com corte a laser, Placas e Metais LTDA¹², localizada no bairro Ivar Saldanha.



Figura 36 - Material empilhado para descarte
Fonte: AUTOR, 2018

A partir de uma router, máquina de corte a laser, foi cortado um difusor para cada uma das peças de madeira. Estes difusores possuem dimensões de 5 cm de largura, medida que passa a ter a peça de madeira após a união entre uma face (a)

¹² Sociedade limitada

e duas faces (c), com 46,4 cm de comprimento, considerando os dois pontos de dobra que sofreram o acrílico para preencher todo o espaço aberto da peça de madeira.



Figura 37 - Planificação dos difusores
Fonte: AUTOR, 2018

As dobras no acrílico foram feitas com auxílio de uma máquina que esquenta a superfície, amolecendo o local a ser dobrado utilizando para isto a própria peça de madeira como guia, proporcionando um encaixe perfeito entre as peças.

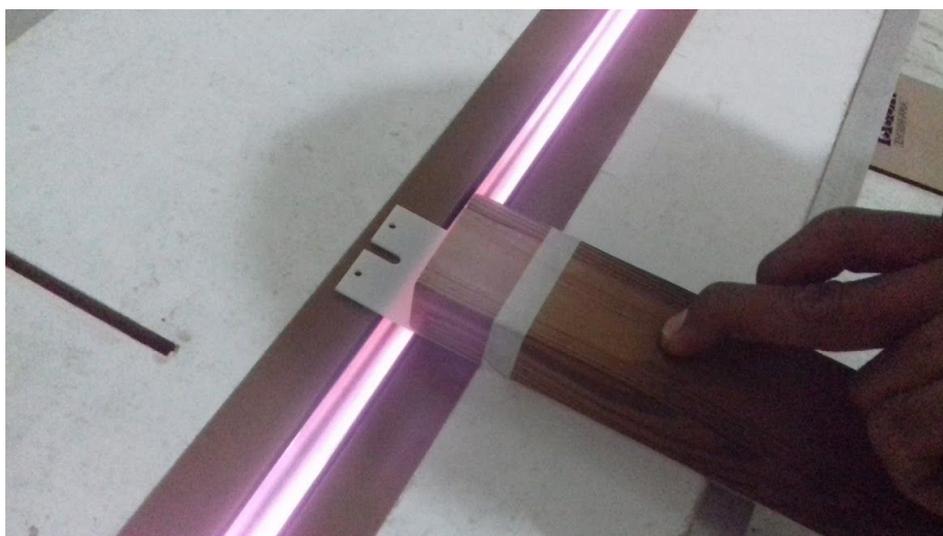


Figura 38 - Aquecendo o acrílico para dobra
Fonte: AUTOR, 2018

Este encaixe será reforçado com o emprego de ímãs de neodímio de 3 mm de diâmetro por 2 mm de espessura. Um, centralizado na parte inferior da peça de acrílico, onde toca a madeira e dois na parte superior intercalados por um corte na parte central do difusor por onde irão passar os fios que ligarão a fita de LED. Dessa forma, o difusor permanecerá fixado na peça de madeira quando estiver em uso e possibilitará, facilmente, a sua retirada para possíveis manutenções.

As peças de madeira também foram perfuradas para colocar os ímãs nos mesmos pontos onde os do difusor tocam, para fazer a fixação.

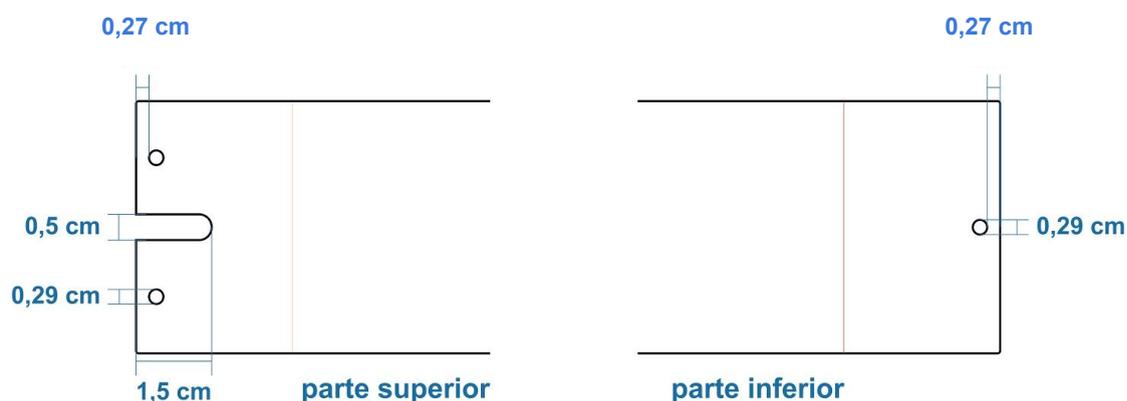


Figura 39 - Medidas para furos e corte nos difusores
 Fonte: AUTOR, 2018

No interior de cada peça será colado um pedaço de 35 cm de fita de LED branco neutro, 12 V, de 10 mm de espessura. Para evitar a solda dos fios na fita será utilizado um conector de fita de led específico para fitas de 10 mm. Este conector funciona como uma presilha com dois engates que se conectam, de um saem os fios positivo e negativo de alimentação da energia e do outro, duas hastes metálicas que se conectam aos polos da fita. Assim como os ímãs no difusor, esse sistema também permite a separação dos componentes facilitando a manutenção da luminária.

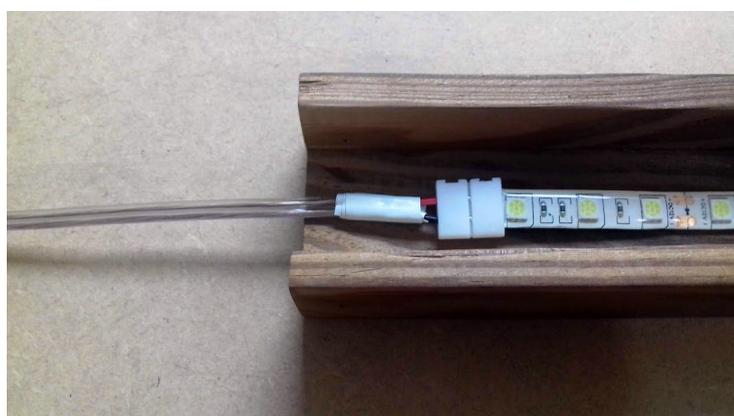


Figura 40 - Emenda entre o fio cristal e o conector de LED
 Fonte: AUTOR, 2018

Foi feita uma emenda nos conectores com fio paralelo cristal polarizado de 5 mm. Parte desse fio ficará visível na luminária, ele será responsável pela ligação do

LED contido nas peças de madeira ao driver na base que ficará fixada no teto. Para cada uma das 5 peças será utilizado um tamanho diferente de fio, (29; 35; 41; 47 e 53 cm), dessas medidas, 3 cm ficarão dentro da peça pendente, junto à emenda no conector e 20 centímetros dentro da estrutura do teto, onde serão feitas as ligações na fonte. Estes fios, juntamente com os cabos de aço definem a distância entre cada peça à base no teto, que são (6; 12; 18; 24 e 30 cm).

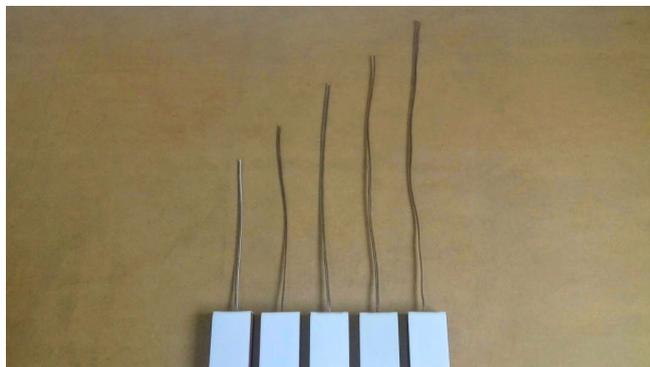


Figura 41 - Fios de diferentes alturas para cada peça
Fonte: AUTOR, 2018

Para a estrutura de suporte foi confeccionado uma base circular de 17 cm de diâmetro em chapa galvanizada de 1 mm de espessura e uma tira do mesmo material, de 53,35 cm de comprimento por 5 cm de altura que foi soldada ao redor da circunferência formando uma caixa circular. Uma peça de 24,7 cm por 2 cm, para ser fixada no teto e servir de suporte à todo o restante da luminária também foi confeccionada, ela foi dobrada a 4 cm nas duas extremidades restando 16,7 entre as dobras e foram feitos quatro furos, dois na parte superior (maior), centralizados a 8 cm de distância um do outro e 1 em cada parte menor (de 4 cm) centralizado à 1 cm da extremidade, todos os furos de 0,5 mm.

Na mesma direção dos furos nas partes dobradas da peça que ficará fixada no teto foram feitos os furos na estrutura circular, por onde passa um parafuso de cada lado que unem as duas peças e servem de suporte.

Quatro pequenas tiras de 5 cm de altura por 0,5 de largura foram soldadas à 2,2 cm de distância entre elas, na parte interna (soldada ao redor do círculo), para servirem de guia para a peça fixada no teto.

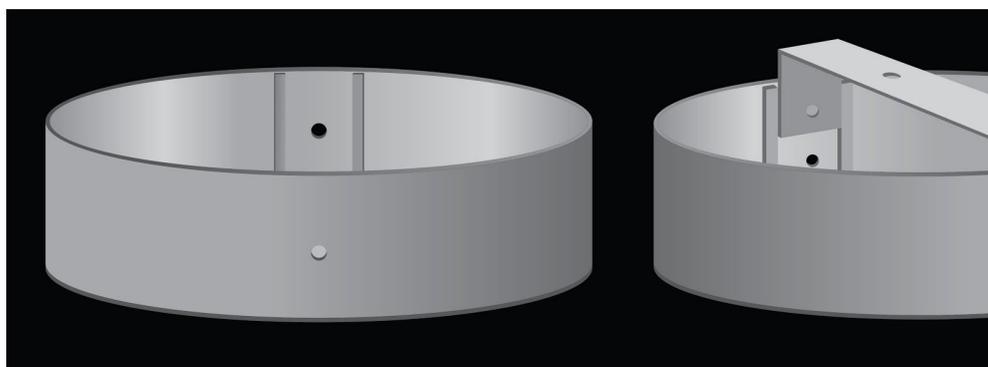


Figura 42 - Suporte metálico
Fonte: AUTOR, 2018

Na estrutura circular de 17 cm de diâmetro foram feitos furos, por onde passarão os cabos de aço (com 0,1 cm), os fios de alimentação dos LEDs (com 0,5 cm) e os parafusos (com 0,5 cm) que unirão a estrutura ao revestimento de madeira citado a seguir. Os furos ficam dispostos de forma circular a meio centímetro da borda externa, ou seja, a 8,25 cm do centro.

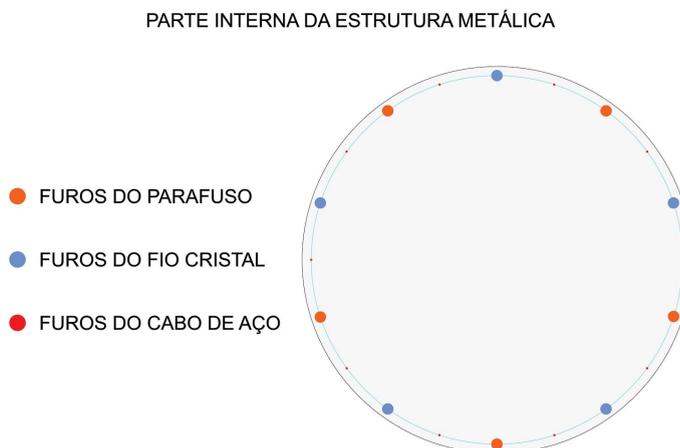


Figura 43 - Furos na estrutura metálica
Fonte: AUTOR, 2018

Após finalizada, a estrutura metálica foi revestida com a madeira de palete. Para esta parte foram utilizados 3 sarrafos termorretificados com 1 cm de espessura, lixados nas bordas e colados um no outro paralelamente, permanecendo fixos com sargento por 24 horas para secagem da cola. Depois de colados, foi cortado um círculo de 20 cm de diâmetro que foi parafusado com parafuso de 1 cm, na base da

estrutura metálica (parafusado do metal para a madeira, sem atravessá-la). Foram feitos furos atravessando a madeira na mesma direção e espessuras dos furos na base metálica por onde passarão os fios e os cabos.



Figura 44 - Base de madeira para a estrutura metálica
Fonte: AUTOR, 2018

Para a borda da estrutura metálica, foram cortadas em uma ripa de 5 cm de altura por 1 cm de espessura, 30 peças de 5x2 cm. As maiores laterais dessas peças foram lixadas diagonalmente, de modo que uma face permaneceu com 2 cm e a face oposta ficou com 1,8 cm. Com o auxílio de uma fita, as peças foram unidas lado a lado pelas faces de 2 cm, deixando na outra face um vinco entre elas, onde foi passado cola branca. Também foi passado cola em uma das bases para unir as peças na estrutura circular de madeira. Ainda com a fita nas peças para auxiliar no processo, a lateral metálica, servindo de base, foi envolvida por completo, outra fita foi utilizada ao redor para manter as peças na posição até que a cola secasse por completo.

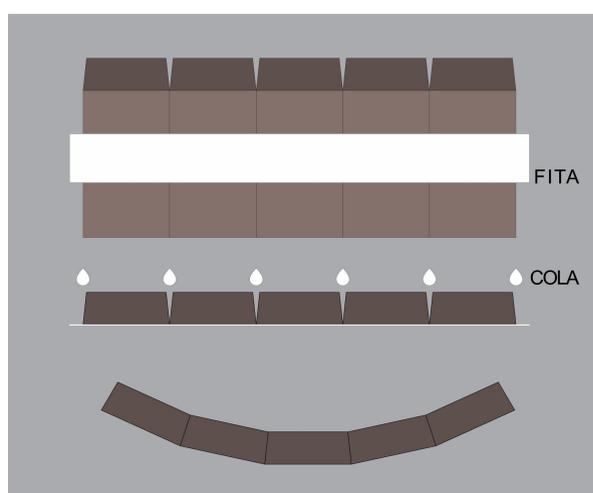


Figura 45 - Sistema de colagem das pecinhas para revestir a estrutura metálica
Fonte: AUTOR, 2018

Após coladas, foi feito um furo em duas das peças de madeira que ficaram opostas entre si, na direção dos furos da lateral da estrutura metálica. Um parafuso de 3 cm por 0,5 cm de diâmetro foi rosqueado em cada um dos furos, atravessando as peças de madeira até passarem pelo metal. Esses parafusos serão responsáveis por sustentar a luminária na peça fixada no teto.



Figura 46 - Lixando as sobras da base
Fonte: AUTOR, 2018

Para finalizar esta estrutura, o excesso de madeira da base circular foi lixado para acompanhar a forma das peças laterais.

Antes da montagem da luminária, uma camada de selador a base d'água foi passada nas estruturas de madeira, depois de secas, as peças foram lixadas com lixa 220 e passada mais uma camada de selador, também lixada após a secagem.

5.3.8 Experimentação

Os adaptadores para LED, já emendados nos fios de alimentação cristal, foram conectados nos pedaços de fita. O adesivo das fitas LED autocolantes foram utilizados para fixá-las no interior das peças pendentes de madeira. Nos furos dos difusores foram colocados os ímãs com auxílio de uma pequena quantidade de cola instantânea, da mesma forma, os ímãs foram colocados nos furos respectivos das peças de madeira.

As cordas de violão possuem uma pequena argola de metal em uma das extremidades, elas são postas em furos nos cavaletes do instrumento e um pino é colocado após, em cada furo, ao tensionar as cordas, as argolas travam nos pinos impedindo que saiam de dentro do violão. Estas argolas também foram utilizadas

como trava para sustentar o peso das peças pendentes. A ponta livre da corda (sem a argola), foi passada em um dos furos da estrutura circular (referente à corda de aço), de dentro para fora, até que a argola tocou a base interna da estrutura, travando-a. A ponta livre foi passada através dos dois furos da peça pendente, observando para que a abertura (parte do difusor) ficasse para frente, após, foi passada pelo outro furo da estrutura circular, de fora para dentro.

A altura da peça, (conforme citada no tópico anterior), foi regulada, para finalizar o processo, a ponta livre foi passada por dentro da argola, duas vezes, como um movimento de costura e apertada com o auxílio de um alicate de ponta fina. Esse movimento foi repetido mais duas vezes para reforçar a trava, o excesso de corda foi cortado com alicate. Todas as 5 peças passaram pelo mesmo processo alterando apenas as alturas entre elas, foram instaladas da mais distante para a mais próxima da base circular.

Após instaladas as peças, os fios de alimentação foram passados pelos furos respectivos para cada um deles. Na parte interna da estrutura circular foi feita uma instalação, todos os fios positivos de cada peça foram unidos e assim também foi feito com os negativos, esses dois conjuntos de fios foram instalados no driver, de onde saía também um cabo de força para ligar na energia para acionamento por interruptor.

5.3.9 Modelo

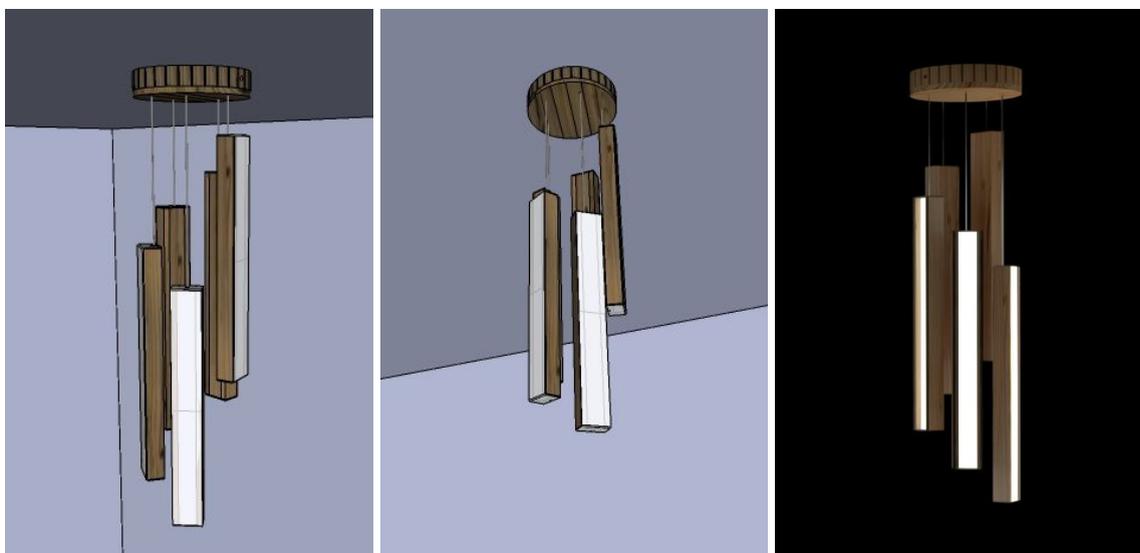


Figura 47 - Modelo da luminária
Fonte: AUTOR, 2018

5.3.10 Verificação

Apesar da utilização de formas mais retas nas peças, a composição da luminária proporcionou a ela, leveza e a idéia de movimento, como no sino dos ventos. O processo de termorretrificação realçou a textura natural da madeira, gerando um efeito de contraste entre peças mais claras e outras mais escuras.

Devido à sua resistência ao peso, o cabo cristal, por si só, garante às peças, tanto sustentação, quanto a condução da energia aos LEDs, entretanto, o cabo de violão as manteve estáveis impedindo que girassem no seu próprio eixo, o que mudaria a direção da incidência de luz, além disso, sua espessura fina tornou-o bastante discreto. Embora pequenos, a força magnética dos ímãs de neodímio atenderam muito bem à sua função. A translucidez dos difusores permitiu uma passagem razoável de luminosidade, com incidência de luz para todos os lados.

A luminária é uma boa opção para decorar e compor ambientes com uma proposta mais “verde”, com utilização de madeira no projeto e(ou) locais que transmitem ideia de conforto e relaxamento, como, sala de espera, escritório, quarto, sala de estudo, varanda, entre outros.

5.3.11 Desenho construtivo

Desenho construtivo da luminária pendente disponível nos apêndices 01, 02, 03 e 04.

5.3.12 Solução

Aplicação do pendente

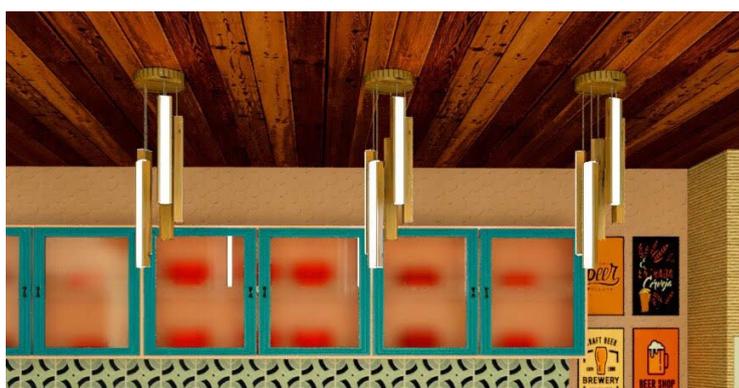


Figura 48 - Aplicação da luminária
Fonte: AUTOR, 2018



Figura 49 - Aplicação da luminária
Fonte: AUTOR, 2018



Figura 50 - Aplicação da luminária
Fonte: AUTOR, 2018



Figura 51 - Aplicação da luminária
Fonte: AUTOR, 2018

6 CONCLUSÃO

Pôde-se observar que a termorretificação, incorporada a métodos e técnicas de design, mostrou-se uma ótima alternativa na agregação de valor à madeira de paletes, objeto com baixo valor no mercado e com uma enorme quantidade em desuso. Este projeto aponta a viabilidade na reutilização deste material aliado à modificação térmica, que além de melhorar a qualidade estética e funcional da madeira, aumenta a sua vida útil e valor econômico.

A utilização desta técnica permite a criação de inúmeros produtos de design, resistentes, duráveis e visualmente agradáveis. Além de possuírem um caráter sustentável, uma busca constante e necessária que todo designer deve ter.

A consciência para a utilização de materiais como este, tornam menores os impactos causados à natureza e incentiva à busca constante por soluções inovadoras e saudáveis que satisfaça toda a sociedade. A responsabilidade social e sustentável é papel de todo designer.

Para finalizar, um dos maiores incentivos que Victor Papanek nos deixou, de que cada designer deveria investir pelo menos um décimo do seu talento e do seu tempo de trabalho em direção a soluções para problemas sociais que possam gerar soluções de design (PAPANEK, 1973).

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, P. S. **Estratégias e requisitos ambientais no processo de desenvolvimento de produtos na indústria de móvel sob encomenda**. 2009. 143p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

AZEVEDO, Patrícia Silva et al. **TERMORRETIFICAÇÃO DA MADEIRA: PROCESSO PARA SUSTENTABILIDADE EM PRODUTOS DE DESIGN**. 2016. 10 f. Artigo Científico (Design)- UFMA, São Luís, 2016.

BARBOSA, Jaques da Silva. **Iluminação de interiores**: Análise e orientação para aplicações. 2007. 122 p. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Elétrica)- UFRJ, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001376.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2018.

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto: Guia prático para o design de novos produtos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

BERGAMO, Ana Paula Rodrigues Horita; MOTTER, Camila Belim. **A ORIGEM DO VIDRO E SEU USO NA ARQUITETURA**. 2014. 7 p. Artigo Científico (Arquitetura e urbanismo)- Faculdade Assis Gurgacz, Paraná, 2014.

BORGES, L. M.; QUIRINO, W. F. **Higroscopicidade da madeira de Pinus caribea var. hondurensis tratada termicamente**. *Biomassa & Energia*, v. 1, n.2, p.173-182, 2004.

BREHM, Thamara Cristina. **Luminárias desenvolvidas a partir de compósitos de resina poliéster e resíduos de pupunheira (Bactris gasypaes H.B.K.)**. 85f. Dissertação (Mestrado em saúde e meio ambiente) - Universidade da Região de Joinville, Joinville. 2012 Disponível em <http://univille.edu.br/community/mestrado_saude_meio_ambiente/VirtualDisk.html/downloadDirect/435901> Acesso em 21 de setembro de 2018.

BRANCO, Samuel Murgel; **O meio ambiente em debate**. São Paulo: Ed. Moderna, 1988. Coleção Polêmica, p. 88.

BRITO, J. O.; GARCIA JUNIOR, B.; PESSOA, A. M. C.; SILVA, P. H. M. **Densidade básica e retratibilidade da madeira de Eucalyptus grandis submetida a diferentes temperaturas de termorretificação**. *Cerne*, v. 12, n. 2, p. 182-188, 2006.

CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; PEREIRA, F. A. **Adesivos e sua importância na indústria madeireira**. In: **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro II**. Eds.: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. Vitória: Gráfica Aquarius, p.99-128, 2007.

CARREFOUR. Disponível em <<https://www.carrefour.com.br/dicas/auto-e-ferramentas/ferramentas/aprenda-como-colar-madeira>> Acesso em 22 de setembro de 2018

ENGLER, Rita de Castro; LACERDA, Ana Carolina; GUIMARÃES, Letícia Hilário. **ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DOS PALETES: UM ESTUDO DE CASO DEMONSTRANDO A IMPORTÂNCIA DO DESIGN PARA SUSTENTABILIDADE.** 2017. 12 p. Artigo Científico (Design)- Universidade do Estado de Minas Gerais, Minas Gerais, 2017. Disponível em:

<[http://file:///C:/Users/User/Downloads/110234-Artigo%20\(manuscrito%20de%20submit%20inicial\)-273624-1-10-20171101%20\(2\).pdf](http://file:///C:/Users/User/Downloads/110234-Artigo%20(manuscrito%20de%20submit%20inicial)-273624-1-10-20171101%20(2).pdf)>. Acesso em 18 de setembro de 2018.

FIORINI, THIAGO MORAIS SIRIO. **PROJETO DE ILUMINAÇÃO DE AMBIENTES INTERNOS ESPECIAIS.** 2006. 125 p. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Elétrica)- Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006. Disponível em: <http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/interiores/projeto_de_iluminacao_d_e_ambientes_internos_especiais.pdf> Acesso em 31 de agosto de 2018.

FUNK, Fabiana et al. **O papel do design no processo do desenvolvimento sustentável: Uma relação que visa à manutenção do sustento das gerações futuras.** 2007. 14 p. Artigo Científico (Curso de Design)- UNIVALI, Vale do Itajaí, 2007. Disponível em: <<http://ensu2007.paginas.ufsc.br/files/2015/08/Desenvolvimento-Sustentavel-e-Design-Uma-Relacao-que-Visa-a.pdf>>. Acesso em 15 de setembro de 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p. Disponível em: <https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod_resource/content/1/como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf>. Acesso em 17 de setembro de 2018.

GAUZIN-MÜLLER, Dominique. **Arquitetura ecológica.** São Paulo: Editora Sesc, 2011.

GREENME. Disponível em <<https://www.greenme.com.br/morar/acessorios-e-decoracao/4639-sino-dos-ventos-descubra-a-mensagem-faca-voce-mesmo>> Acesso em 04 de agosto de 2018.

GURGEL, Miriam. **Projetando espaços: Guia de arquitetura de interiores para áreas residenciais.** 5. Ed. reimpr.- São Paulo, Editora Senac São Paulo, 2011.

HEDLUND, Thaianne de Almeida. **A REDUÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS COMO PROPOSTA PARA O DESENVOLVIMENTO DE LUMINÁRIA A PARTIR DE RESÍDUOS DE MDF.** 2013. 78 p. Trabalho de conclusão de curso (Design)- UNIJUÍ, Ijuí, 2013.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída.** FUPEF – Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Curitiba, p.130-158. 2005.

JAPAO EM FOCO. Disponível em <<https://www.japaoemfoco.com/furin-os-tradicionais-sinos-de-vento-do-japao/>> Acesso em 04 de agosto de 2018.

JESUS, J.M.H. **Estudo do adesivo poliuretano à base de mamona em madeira laminada colada (MLC).** 2000. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos – EESC - Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 2000.

KOLLMANN, F. F. P.; CÔTÉ JUNIOR, W. A. **Principles of wood science and technology.** Berlin: Springer-Verlag, 1968. 592 p.

LIMA, Marco Antonio Magalhães. **Introdução aos materiais e processos para designers.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna LTDA., 2006.

LOBACH, Bernd. **Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais.** São Paulo: Edgard Blucher, 2001. 206p.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis.** São Paulo: Editora USP, 2002.

MARQUES, LUÍS EDUARDO MENEZES MARINHO. **O PAPEL DA MADEIRA NA SUSTENTABILIDADE DA CONSTRUÇÃO.** 2008. 111 f. Dissertação de Mestrado (ENGENHARIA CIVIL)- Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Portugal, 2008. Disponível em: <<https://paginas.fe.up.pt/~jmfaria/TesesOrientadas/MIEC/MadeiraSustentabConstruc ao.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2018.

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem coisas.** 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

MEGAMOVELEIROS. Disponível em <<http://www.megamoveleiros.com.br/madeira-com-acabamento-natural-esta-em-alta-nos-projetos-de-arquitetura-e-design/>> Acesso em 03 de abril de 2018.

OLIVEIRA, Fernando Alvarus de; CAMPOS, Jorge Lucio de. **O design responsável de Victor Papanek.** [20--]. 11 f. Artigo Científico (Design)- ESDI/UERJ, Rio de Janeiro, [20--]. Disponível em: <http://www.academia.edu/5041224/O_design_respons%C3%A1vel_de_Victor_Papanek>. Acesso em 18 de setembro de 2018.

PAPANEK, Victor. **Design for the real world: Human ecology and social change.** Toronto/NewYork/London, Bantam Books, 1973. Disponível em <<file:///C:/Users/User/Downloads/IngridWanderley.pdf>> Acesso em 09 de Dezembro de 2018

PEREIRA, Jusciano Caio dos Santos. **O Uso de Madeira na Construção Civil: Estudo de caso no Bairro Cidade Nova em Governador Valadares-MG.** 2013. 20 p. Artigo Científico (Tecnologia em Gestão Ambiental)- Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Governador Valadares, 2013. Disponível em:

<http://www3.ifmg.edu.br/site_campi/v/images/arquivos_governador_valadares/TCCjusciano.pdf>. Acesso em 17 de setembro de 2018.

PRADO JUNIOR, Caio. **História Econômica do Brasil**. São Paulo: Brasiliense, 2006. Disponível em <<http://www.afoiceeomartelo.com.br/posfsa/Autores/Prado%20Jr,%20Caio/Historia%20Economica%20do%20Brasil.pdf>> Acesso em 17 de setembro de 2018.

REMADE. **Adesivos vinílicos apresentam soluções para madeira**. Revista da Madeira Ed. n. 103, junho de 2007. Disponível em <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1059&subject=Adesivos> Acesso em 15 de setembro de 2018.

REMADE. **Construção civil**. Revista da Madeira Ed. 139, maio de 2014. Disponível em <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1744&subject=Constru%E7%E3o%20Civil&title=Alternativas%20sustent%E1veis%20de%20uso%20da%20madeira%20na%20constru%E7%E3o%20civil> Acesso em 15 de setembro de 2018.

REMADE. **Expansão do Pinus no Brasil impulsiona setor**. Revista da madeira Ed. 98, agosto de 2006. Disponível em <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=948> Acesso em 14 de setembro de 2018

REMADE. **Paletes - Fundamentais na cadeia logística**. Revista da Madeira Ed. n. 124, julho de 2010. Disponível em <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1482&subject=E%20mais&title=Paletes%20-%20Fundamentais%20na%20cadeia%20log%EDstica> Acesso em 24 de outubro de 2018.

REVISTA LOGÍSTICA. Ed. 210, março 2008. Disponível em <<https://issuu.com/institutoimam/docs/revistaintralogisticaed210>> Acesso em 17 de setembro de 2018

REVISTA LOGÍSTICA. Um palete para cada gosto. 2011. Disponível em <<https://www.imam.com.br/logistica/noticias/embalagem/179-um-palete-para-cada-gosto-pag-50>> Acesso em 15 de setembro de 2018.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Organização: Paula Yone Stroh. - Rio de Janeiro: Garamond, 2002. Disponível em <<https://www.passeidireto.com/arquivo/16794597/caminhos-para-o-desenvolvimento-sustentavel--ignacy-sachs>> Acesso em 17 de setembro de 2018.

SANTOS, Luís Magno Viana dos. **Desenvolvimento de luminárias decorativas utilizando vidro reaproveitado pelo processo de vitrofusão**. 2015. 71 p. Trabalho de conclusão de curso (Design)- UFMA, São Luís, 2015.

SKAAR, C. **Water in Wood**. Syracuse: Syracuse University Press, 1972. 218 p.

SCHAYDER, Luca Ferreira. **Avaliação da colagem a frio em madeira sólida de Pinus sp.** 2014. 38 p. Trabalho de conclusão de curso (Ciências Agrárias) -

Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2014. Disponível em: <http://www.florestaemadeira.ufes.br/sites/florestaemadeira.ufes.br/files/field/anexo/tcc_luca_ferreira_schayder.pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2018.

VIVA DECORA. Disponível em <<https://www.vivadecora.com.br/pro/iluminacao/como-funciona-fita-de-led/>> Acesso em 3 de novembro de 2018.

WEMYSTIC. Disponível em:<<http://www.wemystic.com.br/artigos/feng-shui-conheca-o-significado-do-sino-dos-ventos/>> Acesso em 04 de agosto de 2018.

ZANUNCIO, A. J. V.; Farias, E. S.; Silveira, T. A. **Termorretação e Colorimetria da Madeira de Eucalyptus grandis.** Floresta e Ambiente, Rio de Janeiro, n.21, p.85-90, mar. 2014.

APÊNDICES