

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a) o texto completo desta Tese será disponibilizado somente a partir de 28/07/2022.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

DESIGN & SUSTENTABILIDADE: COMPÓSITOS POLÍMERICOS
COM BAMBU E SUA EMPREGABILIDADE NA
FABRICAÇÃO DE MOBILIÁRIO

Ana Patrícia de Oliveira Telles Nunes

Bauru – 2021



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

DESIGN & SUSTENTABILIDADE: COMPÓSITOS POLIMÉRICOS
COM FIBRA DE BAMBU E SUA EMPREGABILIDADE
NA FABRICAÇÃO DE MOBILIÁRIO

Ana Patrícia de Oliveira Telles Nunes

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Design, no Programa de Pós Graduação em Design da Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, linha de pesquisa de Planejamento de Produto, sob a orientação do Prof. Dr. Marco Antônio dos Reis Pereira.

Bauru – 2021

N972d

Nunes, Ana Patrícia de Oliveira Telles

Design & Sustentabilidade : Compósitos poliméricos com fibra de bambu e sua empregabilidade na fabricação de mobiliário. / Ana Patrícia de Oliveira Telles Nunes. -- Bauru, 2021

147 f. : il., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru

Orientador: Marco Antônio dos Reis Pereira

Coorientador: Carlos Amaral Razzino

1. Design. 2. Bambu. 3. Compósito. 4. Mobiliário. 5. Sustentabilidade. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Banca Examinadora

Titulares

Prof. Dr. Marco Antônio dos Reis Pereira

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FAAC - UNESP

Orientador

Prof. Dr. José Carlos Plácido da Silva

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FAAC - UNESP

Profa. Dra. Maria Cecília Loschiavo dos Santos

Universidade de São Paulo – FAU -USP

Suplentes

Prof. Dr. João Eduardo Guarnetti dos Santos

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FAAC - UNESP

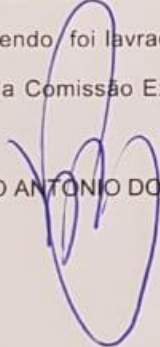
Profa. Dra. Tatiana Sakurai

Universidade de São Paulo FAU -USP

ATA DA DEFESA EM SESSÃO FECHADA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado de ANA PATRÍCIA DE OLIVEIRA TELLES NUNES, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 28 dias do mês de janeiro do ano de 2021, às 14:30 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE Mestrado de ANA PATRÍCIA DE OLIVEIRA TELLES NUNES, intitulada **DESIGN & SUSTENTABILIDADE: COMPÓSITOS POLÍMERICOS COM BAMBU E SUA EMPREGABILIDADE NA FABRICAÇÃO DE MOBILIÁRIO**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. MARCO ANTONIO DOS REIS PEREIRA (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Programa de Pós-Graduação em Design / FAAC/UNESP/Bauru, Prof. Titular JOSE CARLOS PLACIDO DA SILVA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Design / FAAC/UNESP/Bauru, Profª. Titular MARIA CECILIA LOSCHIAVO DOS SANTOS (Participação Virtual) do(a) Programa de Pós-Graduação em Design / FAU/USP . Após a exposição pela mestranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: Aprovada . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. MARCO ANTONIO DOS REIS PEREIRA



Dedico essa dissertação à Deus
primeiramente pela força e
presença em minha vida
aos meus queridos pais,
esposo, irmão e
amigos.

Agradecimentos

Agradeço à Deus por sua presença plena em minha vida.

Aos meus amados pais, pelo amor, exemplo, educação e incentivo

Ao meu querido Michel, familiares, amigos pela força e presença

À UNESP BAURU instituição que acolheu a minha pesquisa

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Design da FAAC - Unesp.

À secretaria de Pós-Graduação por sua equipe dedicada

À CAPES, pela bolsa de pesquisa.

Aos professores e alunos da FEB dos laboratórios:

de Processamento do Bambu e Processamento de Madeira

Aos colegas Bambuzeiros por compartilhar conhecimentos sobre o Bambu

A Turma de 2018 de Pós Graduação, amizade, força e humor

Ao Prof. Marco Antônio do Pereira dos Reis por me apresentar o Bambu,

os conhecimentos e possibilidades sobre esse incrível vegetal

Ao Prof. Carlos Amaral Razzino, coorientação pelo incentivo, colaboração essencial

a essa pesquisa, meu muitíssimo obrigada

Resumo

O desenvolvimento sustentável, é o único futuro viável para a sociedade contemporânea e principalmente para futuras gerações. E o design voltado aos parâmetros da sustentabilidade tornou-se essencial. Para o Design conceber produtos com menos impactos ambientais significa buscar novas soluções para amenizar o uso de recursos naturais. É fundamental que a seleção e escolha de materiais sejam de fontes renováveis, materiais a partir do reaproveitamento e recicláveis. Essa pesquisa visa estudos e experimentação sobre materiais inovadores, os compósitos, com o objetivo de contribuir para ecodesign, demonstrando sua aplicação no design de mobiliário. Explorando a aplicabilidade como alternativa a processos fabris do setor mobiliário com menos impactos, neste caso os compósitos poliméricos a partir de fibras vegetais. A escolha pelo Bambu, foi devido as características de sua fibra, viabilidade e possibilidade produtiva dentre outras potencialidades, das quais vem a longo dos anos se mostrando um excelente substituto para a madeira dentre outros materiais. Dessa forma foi realizada uma pesquisa de cunho experimental, onde foram produzidas chapas a partir de compósitos poliméricos em polipropileno reciclado com reforço da fibra de bambu, com a proposta de contribuir para o design de móveis e o setor moveleiro, no mercado de chapas/painéis. Primeiramente apresentando uma revisão teórica sobre os aspectos da sustentabilidade no design, indústria moveleira e materiais e bambu e polímeros. Em seguida, foram apresentados os procedimentos experimentais; em uma primeira etapa foi realizado o processamento do composto polímero bambu, em uma segunda etapa o desenvolvimento do processo de produção das chapas. Foi em uma terceira etapa realizados ensaios físicos e caracterização das chapas obtidas e em quarta etapa o desenvolvimento de produto com o material, e a produção de móvel. Obtendo como resultado um material alternativo viável, com bom desempenho e mais sustentável para aplicação em produtos para design de mobiliário e com possibilidades na produção de mobiliário em indústria de larga escala do setor, podendo até substituir com algumas vantagens materiais de madeira reconstituída tais como as chapas e painéis.

Palavras Chave: Design; Bambu; Compósito, Mobiliário; Sustentabilidade

Abstract

Sustainable development is the only viable future for contemporary society and especially future generations. And design focused on the parameters of sustainability has become essential. For Design to conceive products with fewer environmental impacts means seeking new solutions to mitigate the use of natural resources. It is essential that the selection and choice of materials, whether from renewable sources or materials from reuse and recyclable. This research aims at studies and experimentation on innovative materials, composites, as objective to contribute by showing their application in furniture design. The choice for Bamboo was due to the characteristics of its fiber, viability and productive possibility, among other potentialities, of which it has been an excellent substitute for wood among other materials. Thus, an experimental research was carried out, where plates were produced from polymeric First presenting a theoretical review on the aspects of sustainability in design, furniture industry and materials and bamboo and polymers. Then, the experimental procedures were presented; in a first stage, the bamboo polymer compound was processed, in the second stage the development of the production process of the plates. Physical tests and characterization of the plates obtained and in the fourth stage the product development with the material and the production of furniture was carried out in a third stage. Obtaining as a result a viable alternative material, with good performance and more sustainable for application in products for furniture design and with possibilities in the production of furniture in large-scale industry of the sector, and may even replace with some advantages reconstituted wood materials such as as plates and panels.

Key words: Design; Bamboo; Composite, Furniture, Sustainability

Lista de Siglas e Abreviaturas

ABIMCI -	Associação Brasileira da Indústria da Madeira Processada Mecanicamente
ABIMÓVEL -	Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário
ACV -	Análise do Ciclo de Vida de Produtos
BLAC -	Bambu Laminado Colado
BPC -	Bamboo Plastic Composite
CMMAD -	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente
CNUMAH -	Conferência de Estocolmo
COP -	Conferência das Partes, Convenção das Nações Unidas
DDT -	Dicloro-Difenil-Tricloroetano: Pesticida para lavoura
EDF -	Fundo de Defesa Ambiental
EMBRAPA -	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMBRAPII -	Empresa Brasileira de Pesquisa Inovação Industrial
ETENE -	Escritório Técnico de Estudos Econômicos
FAO -	Food and Agriculture Organization
FSC -	Florest Stewardship Council
GEE -	Gases de Efeito Estufa
GIZ -	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
IAC -	Instituto Agrônômico de Campinas
IBGE -	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBPGR -	International Board of Plant Genetic Resources
IEMI -	Inteligência de Mercado
IDRC -	Centro de Pesquisa para o Desenvolvimento
IISD -	International Development Research Centre
INBAR -	International Network for Bamboo and Rattan
IPCC -	Intergovernmental Panel on Climate Change

IPEA -	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISO -	International Organization for Standardization
MDP-	Medium Density Particleboard
MDF-	Medium Density Fiberboard
NFC-	Natural Plastic Composite
ONU-	Organização das Nações Unidas
OSB -	Oriented Strand Board
PE -	Polietileno
PIEA -	Programa Internacional de Educação Ambiental
PNUMA -	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PP -	Polipropileno
PVC -	Policloreto de polivinila
UNESCO -	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
WDO -	World Design Organization
WBCSD -	World Business Council for Sustainable Development
WPC -	Wood Plastic Composite

Lista de Figuras

Figura 1	Economia Linear	22
Figura 2	Dimensões da Sustentabilidade.....	24
Figura 3	Caminhos da Sustentabilidade.....	26
Figura 4	Os objetivos do Desenvolvimento Sustentável	30
Figura 5	Economia Circular	32
Figura 6	ACV Análise do Ciclo de Vida	40
Figura 7	Processos do Design de Produtos	44
Figura 8	Classificação de Materiais para Produção Mobiliário.....	46
Figura 9	Produtos da Indústria Madeireira.....	51
Figura 10	Partes do Bambu	58
Figura 11	Anatomia do Bambu	59
Figura 12	Partes do Colmo	60
Figura 13	Produtos com Bambu	64
Figura 14	Cadeia Produtiva do Bambu.....	67
Figura 15	Usos de Bambu.....	69
Figura 16	Derivados de Bambu.....	72
Figura 17	Tipos de Plásticos.....	75
Figura 18	Compósitos	77
Figura 19	A Partes do Compósitos.....	79
Figura 20	Tipos de Compósitos.....	80
Figura 21	Tipos de Cargas Compósitos	81
Figura 22	Classificação de Cargas.....	83
Figura 23	Cadeira Esqueleto	89

Figura 24	Cadeira Kartell.....	89
Figura 25	Linha Smart Wood Kartell.....	90
Figura 26	Cadeira Thonet para IKEA	90
Figura 27	Banco ripado de jardim Rewood	90
Figura 28	Produtos de Fibra vegetais.....	91
Figura 29	Motosserra.....	91
Figura 30	Serra Circular.....	
Figura 31	Serra Bancada.....	
Figura 32	Plaina.....	
Figura 33	Tanque de tratamento.....	
Figura 34	Triturador.....	
Figura 35	Estufa.....	
Figura 36	Moedor.....	
Figura 37	Agitador com Peneira.....	
Figura 38	Extrusora	
Figura 39	Tanque de esfriamento.....	
Figura 40	Triturador.....	
Figura 41	Estufa Térmica.....	
Figura 42	Moldes.....	
Figura 43	Balança Digital.....	
Figura 44	Prensa	
Figura 45	Espécie Bambusa Vulgaris.....	99
Figura 46	Colheita do Bambu.....	100
Figura 47	Ripas de Bambu.....	100
Figura 48	Lascas de Bambu	101
Figura 49	Bambu particulado.....	101

Figura 50	Fibra do Bambu	102
Figura 51	Processo por Batelada em misturador interno tipo k-mixer	104
Figura 52	Processos de extrusão continua de termoplásticos	107
Figura 53	Adição da fibra na extrusora	107
Figura 54	Saída material da extrusora e refrigeração em tanque	108
Figura 55	Entrada de material para trituração em pellets	108
Figura 56	Saida dos pellets da trituradora	108
Figura 57	Ilustração do Molde definitivo	110
Figura 58	Estufa de secagem	110
Figura 59	Pesagem dos Pellets.....	111
Figura 60	Processo de Presangem	111
Figura 61	Molde e Chapas ou Painéis.....	112
Figura 62	Corpos de Prova cortes	113
Figura 63	Medição em Paquímetro.....	113
Figura 64	Balança Digital.....	114
Figura 65	Ensaio	115
Figura 66	Medição com Micrometro	116
Figura 67	Sketches da concepção do Produto	117
Figura 68	Desenho 3 D estante	118
Figura 69	Desenho Tecnico Autocad.....	118
Figura 70	Chapa 12mm.....	119
Figura 71	Chapa Queimada.....	120
Figura 72	Chapas / painéis.....	121
Figura 73	Visual da Chapa.....	121
Figura 74	Chapa Desmoldada	122
Figura 75	Confecção da Estante processo CNC	127
Figura 76	Protótipo	127

Figura 77	Estante Modular Anima	128
Figura 78	Usinagem Manual com BPC	128
Figura 79	Acabamentos de Pintura com BPC.....	129

Lista de Figuras ensaios

Figura 1	Resultado de Densidade.....	124
Figura 2	Resultado de Inchamento de Espessura.....	125
Figura 3	Resultado de Absorção de Água.....	126

Lista de Tabelas

Tabela 1	Conceitos do Desenvolvimento Sustentável.....	34
Tabela 2	Polo Moveleiro no Brasil.....	47
Tabela 3	Quadro das Espécies Prioritárias de Bambu.....	62
Tabela 4	Características e Vantagens da Sustentabilidade do Bambu.....	65
Tabela 5	Comparativo de Madeira x Bambu.....	69
Tabela 6	Termoplásticos e usos	75

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	OBJETIVOS	21
1.2	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	21
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1	SUSTENTABILIDADE, DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DESIGN.	22
2.1.1	O Contexto Insustentável.....	22
2.1.2	A Sustentabilidade.....	23
2.1.3	DesenvolvimentoSustentável.....	29
2.1.4	Economia Circular.....	32
2.2	DESIGN, SUSTENTABILIDADE E INOVAÇÃO	36
2.2.1	O Design para Sustentabilidade	36
2.2.2	Ecodesign e Ciclo de Vida	39
2.2.3	Design e Inovção.....	41
2.2.4	Design e Seleção de Materiais.....	43
2.3	INDÚSTRIA DE MÓVEIS, MADEIRA, MERCADO E DESIGN	45
2.3.1	Cenário do setor moveleiro	45
2.3.2	Caracterização do mobiliário brasileiro	45
2.3.3	Produção e Mercado	46
2.3.4	Valor do Design para mobiliário.....	47
2.3.5	Mobiliário de Madeira	48
2.3.6	Madeira, Florestas e Desmatamento	49
2.3.7	Tipos de exploração da madeira.....	51
2.3.8	Os resíduos da Cadeia Produtiva do mobiliário	53
2.2.9	Mobiliário para Sustentabilidade.....	55

2.4	O BAMBU.....	56
2.4.1	O Bambu matéria prima renovável	56
2.4.2	A Cultura do Bambu	57
2.4.3	Característica Biológicas e Morfológicas.....	58
2.4.4	Espécies de Bambu	61
2.4.5	Espécies brasileiras prioritárias.....	61
2.4.6	Usos do Bambu	63
2.4.7	Vantagens Sustentáveis do Bambu	65
2.4.8	Cadeia Produtiva do Bambu no Brasil	66
2.4.9	Bambu versus Madeira	67
2.4.10	Bambu Processado.....	71
2.5	OS POLÍMEROS E TERMOPLÁSTICOS E FIBRAS VEGETAIS.....	73
2.5.1	Os Polímeros	73
2.5.2	Classes dos Plásticos	73
2.5.3	Os Termoplásticos.....	74
2.6	COMPÓSITOS POLIMÉRICOS E FIBRAS VEGETAIS	77
2.6.1	Os Compósitos	77
2.6.2	Estrutura dos Compósitos.....	79
2.6.3	Tipos de Compósitos.....	80
2.6.4	Matrizes Poliméricas	81
2.6.5	O Polipropileno	82
2.6.6	Cargas e Reforços	83
2.6.7	Eco Compósitos	83
2,6,8	A Fibra de Bambu	85
2.6.9	Compósitos de Fibra de Madeira WOOD PLASTIC COMPOSITE.....	87
2.6.10	Produtos de Eco Design	88
3.0	MATERIAIS E MÉTODOS.....	92
3.1	Descrição	92

3.1.1	Material.....	94
3.1.2	Equipamentos	94
3.2	PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	99
3.2.1	Etapa 1- Obtenção da matéria prima Compósito.....	99
3.2.2	Etapa 2 – Processamento do Compósito.....	102
3.2.3	Etapa 3 – Produção de Chapas.....	108
3.2.4	Etapa 4 -Ensaio Físicos.....	112
3.2.5	Etapa 5 – Desenvolvimento do Produto.....	116
4.0	RESULTADOS E DISCUSSÕES	119
4.1	Chapas de BPC.....	119
4.2	Resultados dos Ensaio Físicos.....	123
4.2.1	Ensaio de Densidade.....	123
4.2.2	Ensaio de Inchamento de Espessura de 24 h.....	124
4.2.3	Ensaio de Absorção de Agua de 24 h	125
4.3	Resultados do Produto de Mobiliário.....	126
4.4	Discussões .e Relatos.....	128
5.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS	131
6.0	BIBLIOGRAFIA	132
	ANEXOS	142

1 INTRODUÇÃO

O atual estilo de vida da sociedade contemporânea, seu modo de produção, distribuição e consumo são os responsáveis pela degradação ambiental do planeta.

Essa degradação resultou em muitos problemas como poluição, emissão de gases na atmosfera, lixo e resíduos de produtos. Todos esses problemas levaram toxinas ao solo, contaminaram o subsolo, tudo isso afetando nosso meio ambiente, ocasionando mais problemas como os desequilíbrios climáticos, enchentes e secas em algumas regiões e o efeito estufa que deu origem ao derretimento das calotas polares. Como se não bastasse tudo isso, a excessiva exploração dos recursos naturais levou à escassez de muitos deles, os quais não são renováveis e estão se exaurindo. (BARRET,2007).

Na busca por um desenvolvimento sustentável, onde o meio ambiente está integrado como os aspectos econômicos e sociais. O design torna-se propulsor de soluções para produtos, sistemas de produtos, gestão e estratégia. (MAZZINI, VELOZZI, 2002).

Só há um único caminho para o Designer nesse contexto, ampliar seu campo de conhecimentos em outras áreas, inserindo-se na transdisciplinaridade dos conhecimentos em busca da inovação, participando das estratégias, escolhas e decisões, relacionadas a soluções quanto aos materiais e processos de fabricação com menos impactos, a partir de fontes renováveis, materiais aproveitáveis e recicláveis no desenvolvimento de produtos.

Partindo do recorte do setor produtivo de mobiliário, onde há a predominância de materiais em madeira, setor esse onde ocorre muitas desperdícios e perdas de matéria prima, dentre outras questões ambientais. Na indústria madeireira exemplo de subutilização da madeira; segundo Freitas, (2000) ocorre fundamentalmente na extração da madeira, o aproveitamento da matéria-prima de uma árvore está entre 30 a 60% apenas, ainda conforme afirma, essa variação se dá de acordo com a empresa, a tecnologia empregada, e a espécie da árvore ou seja apenas 1/3 da madeira extraída se torna um produto final, o restante é resíduo dessa produção que será queimado ou descartado.

Segundo relata Teixeira. (2006), falando de alternativas, propõem uma valorização deste resíduo. E segundo conceito de uma Economia Circular, Vale (1995), afirma que esse material resíduo passa a ser considerado como subproduto do processo, e não mais descartável, mas utilizável, num conceito de cadeia da Ecologia Industrial.

Além dos resíduos da madeira, outras mais fibras vegetais servem a demanda da cadeia produtiva e devem ser valorizadas. Como na extração de outros insumos, o material residual, sobra da produção agrícolas são matérias primas renováveis e servem para produção de muitos produtos, que hoje são subutilizados ou descartados. (FORNARI, 2017)

Além de toda essa problemática quanto a exploração e a escassez dos recursos, o não aproveitamento de matéria prima, os resíduos e lixo, levam a poluição, outro grande problema do planeta que deve ser reduzido ou contornado com urgência.

Os plásticos são enorme passivo ambiental, grande poluidor, e estão em toda parte e requer solução urgentes. Se encontram contaminado os aterros, lixões e todo meio ambiente. Há plásticos para todo o lado, e todo esse material é depositado em qualquer lugar, os solos, rios, mares se encontra repleto de embalagens plásticas que poluem e contaminam a vida terrestre. Pois esse material não degradável no meio ambiente acaba por somente reduzir seu tamanho, torna-se micro plásticos que vem contaminando o solo, as águas e o organismo das espécies marinha e outras tantas comprometendo toda cadeia alimentar dos seres vivos. (CANTO, 1995)

O plástico em muitos casos podem ser recicláveis, em especial os termoplásticos, que podem retornar aos processos produtivos, e ser reutilizado, porém não é isso que ocorre normalmente, a reciclagem do plástico ainda é muitíssimo insignificante. Segundo dados da Universidade da Georgia, (2020) a engenheira Ambiental Jenna Jambeck afirma que apenas 10% do plástico hoje é reciclado.

Assim este estudo buscou unir essas questões através do aprofundando nos conhecimentos de materiais, matéria-prima renovável, e processos de manufatura e inovação com foco na sustentabilidade, como diretriz, através de investigação e experimentação dos materiais compostos de fibras vegetais e plásticos reciclados.

Apresentando um material Compósito polimérico com a fibra do bambu, material viável, sustentável e com possibilidade de produção industrial em larga escala para aplicações no mercado de móveis retilíneos, derivados de chapas compostas de madeira, aplicados em moveis planejados, modulares na produção de armários, estantes, gabinetes e etc.

1.1 Objetivos

Gerai s: Contribuir para um Design mais ético, com parâmetros mais sustentáveis na concepção de produtos, defendendo o uso de fontes de recursos renováveis, materiais reaproveitáveis e recicláveis. Promover a Cultura do Bambu e as potencialidades no desenvolvimento de sua cadeia produtiva.

Específicos: Propor um material e processo de fabricação inovador e mais sustentáveis para design e produção de mobiliário. Desenvolvimento e aplicação do material compósito polímero com fibra de bambu na produção de mobiliário retilíneo, como alternativo as chapas e painéis de madeira reconstituída, como compensados, aglomerados e laminados.

1.2 Estrutura da Dissertação

A pesquisa está estruturada em 06 capítulos no primeiro capítulo é apresentado o assunto: introdução, objetivos, relevância, e delimitação do estudo.

No segundo tratamos da revisão da literatura, sobre sustentabilidade, design e inovação e materiais para o design. Caracterização do setor moveleiro e a indústria madeireira, e todas suas particularidades. Também apresentamos as matérias-primas e materiais: o bambu, os polímeros e os compósitos.

No terceiro capítulo, descrevemos o material e métodos de pesquisa, e os procedimentos experimentais realizados, em etapas: o processamento do compósito; a produção de chapas do material; e o desenvolvimento de produto com as chapas.

No quarto apresentamos resultados e conclusões, resultados dos ensaios e experimentações sobre o material assim como resultados gerais alcançados e discussões sobre melhoramentos dos processos quanto a produção das chapas.

No quinto apresentamos as considerações finais e os desdobramentos de pesquisas futuras. E no sexto trata-se das referências consultadas, a bibliografia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa aponta que resultados obtidos para escala industrial devem ser considerados, conclui-se que se trata de uma ótima alternativa para substituição das placas de madeira reconstituída, por serem mais sustentáveis e atenderem o setor produtivo de mobiliário.

Para tanto, sugere-se como objetos de trabalhos futuros:

- a) Caracterização realização de ensaios mecânicos das chapas termoprensadas de BPC.
- b) Estudar o processo de aquecimento do material para melhorar as propriedades de adesão interna da chapa;
- c) Estudar outras aplicações do material;
- d) Desenvolver outros moldes com outras espessuras de chapas;
- e) Estudar outros processos de fabricação com o material, como a termo moldagem das chapas;
- f) Explorar o aspecto estético do produto, design de superfície, em diversos acabamentos como texturas, pinturas e revestimentos sintéticos (laminados melamínicos de alta pressão), adesivação etc.
- g) Estudo dos processos e custos para viabilização em escala industrial das chapas
- h) Desenvolver melhoramentos quanto ao processo como: adaptação de maquinários quanto ao aquecimento, termo prensagem, desmolde e esfriamento das chapas;
- i) Desenvolver processos e maquinários automatizados para produção em larga escala.
- j) Realizar ensaios de adesão do compósito com diferentes adesivos.
- k) Fabricação de chapas com misturas de outros resíduos a partir de fibras vegetais, como exemplo, fibra de cocô, fibra de cana de açúcar, e diversos resíduos agrícolas.

6. REFERÊNCIAS

ABIPLAST. **Indústria Brasileira de Transformação e Reciclagem de Material Plástico**. Perfil 2017. Acesso em 25/03/2020. Disponível em <http://file.abiplast.org.br/file/download/2018/Perfil-2017.pdf>>

ALMEIDA, F. **Experiências empresariais em sustentabilidade: avanços, dificuldades e motivações de gestores e empresas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

ALMACO. **Compósitos Poliméricos Conceito, Mercado, Aplicações, Processos de fabricação, Desafios e Oportunidades**. ALMACO Associação Latino-Americana

de Materiais Compósitos. [S.l.]. 2015.

AMORIN, P. **Design, produção e consumo: uma exploração no contemporâneo**. Actas de Diseño [on line]. Año V. Vol.9. Julio 2010. Buenos Aires, Argentina.

ALMEIDA, A. B. **Madeira Plástica: Estudo de viabilidade Técnico econômico a partir do resíduo sólido**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais. UFRGS, 2013.

ASHY, M. F.; JOHNSON, K. **Materiais e Design: A arte e a ciência da seleção de materiais no design de produtos**. Elsevier, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR15316: **Painéis de fibra de média densidade: parte 2 Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2019.

BARBERO, S.; COZZO, B. **Ecodesign**. Königswinter: H. F. Ullmann, 2009.

BARRET, G.W. **Fundamentos da Ecologia**, Cengage Learning, São Paulo. 2007

BAST, E. **Brasil tem quase 3 mil lixões em 1.600 cidades** Disponível em:
<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2018/09/14/brasil-tem-quase-3-mil-lixoes-em-1600-cidades-diz-relatorio.ghtml> Acesso em: maio 2019.

BISHOP, J. et al (Coord.). **TEEB – A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade**. Relatório para o Setor de Negócios – Sumário Executivo 01 jul. 2010.

BISWAS. S; DE CARSON , R. **Silent spring**. 1962. Disponível
<http://ambiantaressaealutablogspot.com>

BORENSTAIN, M. B. **Composito Plástico-Madeira produzidos com partículas de Pinus, Eucalyptus e polietileno de alta densidade (PEAD)**. Monografia Graduação Engenharia Florestal. Universidade Federal de Viçosa, 2014.

BONSE, R.; TOMASELLI, I. **Tecnologias e processos inovadores de transformação da madeira em produtos de valor agregado**. Informativo STCP. Curitiba, n. 18, p. 05-07, 2014/2015.

BRASKEN. **Braskem lança novo conceito de resina reciclada no evento internacional Sustainable Brands**. 2017. Acesso em 18/09/2019.

BRIGANTE, D. **New Composite Materials – Selection, Design, and Application**. Springer, Nápoles, 2014.

BUENO, M. A. P.: **Painéis de medium density fiberboard fabricados com bagaço de cana- de-açúcar e madeira de Reflorestamento**. Bauru, 2014. 176 pg.

CANTO, E.L. **Plástico: Bem supérfluo ou mal necessário?**. Editora Moderna, São Paulo, 1995.

CALLISTER JR. W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais: uma Introdução**, 5ª ed., Rio de Janeiro, RJ, LTC, 2002;

CALLISTER, W. D.; RETHWISCH, D. G. **Ciência e Engenharia de Materiais – Uma Introdução – 9ª Ed.** LTC, 2016.

CARVALHO, Glauca Oliveira. **Sustentabilidade e Desenvolvimento sustentável: uma visão contemporânea**. Revista gest.& sust. ambient., Florianópolis, v. 8, n. 1, jan/mar. 2019.

CLEMONS, C., **Wood-Plastic Composites in the United States** The Interfacing of Two Industries. Forest Products Journal, 2002. 52(6): p. 10-18.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - CMMAD. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

CORREA, Carlos A. et al. **Compósitos termoplásticos com madeira.Polímeros**. São Carlos,v. 13, n. 3, p. 154-165, jul. 2003

CARDOSO, R. **Design para um mundo complexo**. São Paulo: CosacNaify, 2013.

DAC, H. D. **Wood plastic composite – a brief history**. Plastic & Rubber Sales Representative at BRENNTAG ASIA PACIFIC, 2016.

DENÍCULI, F. D., **Determinação de Propriedades Termoelásticas de Compósitos particulados de Matriz de Metal Utilizando um Modelo Micromecânico**, Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia da UFMG/DEMEC, Belo Horizonte, MG, 1999;

DIAS, G.F. **Educação ambiental, princípios e práticas**. São Paulo: Gaia, 1993.

DIAS, M. R. A. C. **Percepção dos materiais pelos usuários: modelo de avaliação permatus**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Uma Economia Circular no Brasil: Uma abordagem exploratória inicial** (2017a). Cowes, Isle of Wight: Ellen MacArthurFoundation.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Ativos Inteligentes: A liberação do potencial da economia circular**: Ellen MacArthur Foundation, 2016.

FERRANTE , M.; WALTER, Y. **A materialização da ideia: noções de materiais para design de produto**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

FORNARI, Jr. C. C. **Fibras vegetais para compósitos poliméricos**. Ilhéus, BA Editus. 2017

FREITAS. L.C. **A baixa produtividade e o desperdício no processo de beneficiamento da madeira: um estudo de caso**. Universidade de Santa Catarina. USFC. Florianópolis, 2000. Dissertação.

GALINARI, R.; JUNIOR, J. R. T.; MORGADO, R. R. **A competitividade da indústria de móveis do Brasil: situação atual e perspectivas**. Artigo. BNDES Setorial 37, p. 227-272, 2013. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>>

GONÇALVES, BARROSO **Economia Linear; Economia Circular; Meio Ambiente**. Circular economy ...

GONÇALVES, C. **Economia Verde**. Revista Brasil Sustentável – Ed.33 jul/ago 2011

GONÇALVES, T. M.; BARROSO, A. F. F. **Engenharia de Produção, A economia circular como alternativa à economia linear** Universidade Salgado de Oliveira, Campus Juiz de Fora – UNIVERSO; 2019

GUIMARÃES, L. B. de M. **Design e sustentabilidade: Brasil: produção e consumo, design sociotécnico**. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama do Setor Moveleiro no Brasil** – Estudo Setorial do ano de 2012. São Paulo, 2012

KAZAZIAN, T. **Haverá a idade das coisas leves**. São Paulo: Editora Senac, 2009.

KALEYDOS. **Economia linear: o que é e por que é preciso mudar**. Disponível em: <http://www.kaleydos.com.br/economia-linear-o-que-e-e-por-que-e-preciso-mudar/>
Acesso em: 10 out. de 2019

KLYOSOV, A. A. **Wood-Plastic Composites**. John Wiley & Sons, Inc., 2007.

LEMOS, P. **Economia Circular como fator de resiliência e competitividade na região de Lisboa e Vale do Tejo: estudos para uma região RICA - resiliente, inteligente, circular e atractiva**. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo, Lisboa.,2018.

LEGNAIOLI, Stella. **Agricultura urbana orgânica: entenda por que é uma boa ideia**. Ecycle. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/38-no-mundo/5666-agricultura-urbana>> Acesso em 16/09/2019.

LEONARD, A. (2011), **A História das Coisas: da Natureza ao Lixo, o que Acontece com Tudo que Consumimos**. Zahar, Rio de Janeiro.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial. Bases para a configuração de produtos Industriais**. Editora Edgard Blücher. Rio de Janeiro, 2001

LANNA, S. L. B.; DELGADO, P. S.; AYRE, E.; LAGO, R. M. **Eco-design: a eficiência de produtos feitos de bambu para o sequestro de carbono**. 10º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, São Luís, 2012.

MACIEL JÚNIOR, R. P. **Influência de Cargas de Reforços nas propriedades mecânicas dos Compósitos de Matriz**. Monografia Engenharia Metalúrgica, Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais, Universidade Federal do Ceará, 2017.

MANO, E.B. **"Polímeros como materiais de engenharia"**, Ed. Edgard Blucher, Ltda, São Paulo, SP. (1991)

MCDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. **Cradle to cradle: Remaking the way we make things**. North point press, 2010.

MANZINI, E. **Design para a inovação social e sustentabilidade: Comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Cadernos do Grupo de Altos Estudos. Rio de Janeiro: E-papers, v.1, 2008.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

MESQUITA, J. L. **Reciclagem do plástico, um drama da nossa geração**. O Estadão. Edição de 20 de fevereiro de 2018.

MORASSI, O. J. **Polímeros termoplásticos, termofixos e elastômeros**. Conselho Regional de Química IV Região (SP), 2013.

NAZÁRIO, G. F.; SILVA, V. C.; ROCHA, A. H. S.; RODRIGUES, F. R.; LIMA, F. P. A. **Madeira Plástica: uma revisão conceitual**. Revista Engenharia em Ação UniToledo, Araçatuba, SP, v. 01, n. 01, p. 54-71, out./dez., 2016.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**. 7. ed. Atlas, São Paulo. 2009.

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **Prospectiva Tecnológica da Cadeia Produtiva de Madeira e Móveis**. São Paulo, 2002.

MOIZÉS, F. A. **Painéis de bambu, uso e aplicações: uma experiência didática nos cursos de Design em Bauru, São Paulo**. 2007. 113f. Dissertação (Mestrado em Design) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2007.

MORECHI, J. C. **Propriedades da Madeira**. Apostila – Setor de Ciências Agrárias da UFPR, Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. Curitiba: Ministério da Educação e do Desporto. 2014.

MURPHY, K. **The social pillar of sustainable development: A literature review and framework for policy analysis**. Sustainability: Science, Practice, & Policy, v. 8, n. 1, p. 15-29, 2012.

NAHUZ, M. A. R. **Atividades industriais com madeira de Pinus: atualidade e desafios**. Revista da Madeira – Edição nº124 – Julho de 2010.

NAKAGAWA, M. **Plano de negócio sustentável: princípios, conceitos e aplicações**. In: NETO, João Amato (Org.). Sustentabilidade & produção: teoria e prática para uma gestão sustentável. São Paulo: Atlas, 2011. Cap.7.

NETO, J. A. (Org). **Sustentabilidade & produção: teoria e prática para uma gestão sustentável**. São Paulo: Atlas, 2011.

OLIVEIRA, E. M. R.; OLIVEIRA, E. M. R.; COSTA, R. A. **Dossiê Técnico: Madeira Plástica**. Instituto Euvaldo Lodi. IEL/BA, 2013.

PAPANEK, V. **Disenñar para el mundo real: ecología humana y cambio social**. Madrid, H.Blume Ediciones, 1971.

PAPANEK, V. **Arquitetura e Design: ecologia e ética.**, Edições 70, 1995.

PEREIRA, M. A. dos R.; BERALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. Bauru: Editora Canal 6, 2016.

PETROQUÍMICA. **Petroquímica no Brasil. 2017**. Acesso em 18/03/2020. Disponível em <<https://petroquimica2017.wordpress.com/2017/10/16/petroquimica-no-brasil/>

PICANÇO, M. S. **Compósitos cimentícios reforçados com fibras de curauá**. 2005. 101 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ, 2005.

RAMOS, B. P. F. **Metodologia de curvatura de bambu laminado colado (BLaC) para a fabricação de mobiliário – diretrizes para o design**. 2014. 115f. Dissertação (Mestrado em Design) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2014.

RAO, A. N.; RAO, V. R.; WILLIAMS, J. T. (Org.). **Priority Species of Bamboo and Rattan**. INBAR Technical Report, Serdang, n.1, 1998.

RAZZINO.C.A. **Influência de modificações interfaciais nas propriedades mecânicas de compósitos de polipropileno com farinha de madeira**. UFSCar, 2004. Dissertação de Mestrado.

REIS, A. A. **Matéria, forma e função: a influência material no design industrial**. 2003. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2003.

REVISTA DA MADEIRA. **Painéis de Madeira Reconstituída**. Lettech Editora e Gráfica Ltda., nº 71. Curitiba, maio 2003.

REUBENS, R. **Bamboo in Sustainable Contemporary Design**. INBAR Working Paper, Beijing, n.60, 2009.

ROCHA, F. A. **Bambu Laminado Termo-Tratado: Metodologias Aplicáveis no desenvolvimento de Móveis Sustentáveis**. 2018. Dissertação (Mestrado em Design) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2018.

ROSA, S. E. S. da et al. **O setor de móveis na atualidade: uma análise preliminar**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, 2007.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI**. In: BURSZTYN, M. Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável. São Paulo: Brasiliense, 1993

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SANTI, Maria Angélica. **Mobiliário no Brasil: Origens da Produção e da Industrialização**. Editora SENAC, São Paulo, 2011.

SANTOS, M. C. L.(org). **Design, Resíduo & Dignidade**. Editora Olhares, São Paulo, 2014

SANTOS, M. C. L. **Móvel moderno no Brasil**. São Paulo: Editora Olhares, 2015.

SAVASTANO, JR. H. **Materiais e base de cimento reforçado com fibras vegetal. Reciclagem de resíduos para construção de baixo custo**. USP -Escola Politécnica, 2000.

SOUZA, R. de; **Diálogos com a construção**. 1. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2012.

TANOBE. V. DE A ET AL. **Caracterização de compósitos de matriz poliéster reforçado por Luffa Cilíndrica**. Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, Uberlândia 2003.

TEIXEIRA, M. G. **Produção de Compósitos com Resíduo de Madeira no Contexto da Ecologia**. Anais Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeiras. Embraem, 2006.

THACKARA, J. **Plano B. O Design e as Alternativas viáveis em um mundo complexo**. Editora Saraiva, Uberlândia 2003.

THACKARA, J. THAMES & HUDSON; **How to Thrive in the Next Economy: Designing Tomorrow's World Today**, USA, Novembro 2015

THOMPSON, Rob. **Materiais Sustentáveis Processos de Produção**. São Paulo: Senac, 2015

TOMITA, R. Y.; BEYRUTH, Z. **Toxicologia de agrotóxicos em ambiente aquático. Biológico**, v. 64, n. 2, p. 135-142, 2002.

TOMASELI, I.; WIECHETECK, M.; DINIZ, M. B. **O Brasil e o comércio sustentável internacional de produtos florestais**. Informativo STCP. Curitiba, n. 18, p. 55-57, 2014/2015.

TEIXEIRA, M. G. **Produção de Compósitos com Resíduo de Madeira no Contexto da Ecologia**. Anais Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeiras. Embraem, 2006.

UNRIC. Centro Regional de Informação das Nações Unidas. **Objetivos de desenvolvimento sustentável para transformar o mundo**. Disponível em: <https://www.unric.org/pt/17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 13 de fev. 2019.

VEZZOLI, C **Design de Sistemas, Caminhos para o desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Edufab, 2010.

WALKER, S. **Desmascarando o objeto: reestruturando o design para a sustentabilidade**. In Revista design em Foco, v. II n.º 2, Jul/Dez 2005.

WWF Brasil. **O planeta precisa de 1,5 ano para regenerar os recursos renováveis que consumimos em um ano**. Disponível em:

<http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/pegada_ecologica_global/>. Acesso em 09 jun. 2019.

IMAGENS

IKEA. ODGER Chair. Acesso em 20/03/2018. Disponível em <<https://www.ikea.com/us/en/catalog/products/00360002/>>

INBRASIL. Banco de Jardim Madeira Plástica 93cm. Acesso em 20/03/2018. Disponível em <<http://www.inbrasil.ind.br/produto/banco-de-jardim-madeira-plastica-com-encosto-93cm/>>

ITTO. INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION. Acesso em 21/02/2018. Disponível em <https://www.itto.int/news_releases/id=5195>

MADEPLAST. Acesso em 20/03/2018. Disponível em <<https://www.madeplast.com.br/deck-modular>>

WISEWOOD. Acesso em 20/03/2020. Disponível em <<http://wise.eco.br/dormentes.php>>