



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA DE BELAS ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARTES VISUAIS**

JACQUELINE DE AZEVEDO LOPES

**O MANDACARU E SUA UTILIZAÇÃO COMO MATERIAL
EXPRESSIVO E ALTERNATIVO RENOVÁVEL NO DESIGN E
NA ARTE**

Salvador - BA
2016

JACQUELINE DE AZEVEDO LOPES

**O MANDACARU E SUA UTILIZAÇÃO COMO MATERIAL
EXPRESSIVO E ALTERNATIVO RENOVÁVEL NO DESIGN E
NA ARTE**

Dissertação apresentada como exigência parcial e
ação final para obtenção do título de Mestre em
Artes Visuais aplicado ao Programa de Pós-
Graduação em Artes Visuais – linha de pesquisa
Arte e Design: processos, teoria e história.

Orientadora: **Prof^a. Dr^a. Ana Beatriz Simon Factum**

Salvador - BA
2016

L864 Lopes, Jacqueline de Azevedo.
 O mandacaru e sua utilização como material expressivo e
 alternativo renovável no design e na arte. / Jacqueline de Azevedo
 Lopes. – Salvador,
 2016.
 105f.; il.

 Orientadora: Prof^a. Dr^a.Ana Beatriz Simon Factum.
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Escola de
 Belas Artes, Salvador, 2016.

 1. Design. 2. Arte. 3. Mandacaru. I. Universidade Federal da Bahia.
 Escola de Belas Artes. II. Título.

CDU 7.05

JACQUELINE DE AZEVEDO LOPES

O mandacaru e sua utilização como material expressivo e alternativo renovável no design e na arte

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre em Artes Visuais –
Universidade Federal da Bahia, Escola de Belas Artes, Programa de Pós-Graduação
em Artes Visuais.

Orientadora:

Prof.^a Dr.^a Ana Beatriz Simon Factum

Data da Defesa:

03 de junho de 2016

Escola de Belas Artes

Banca examinadora:

Profa. Dra. Joyce Batista Azevedo
(Faculdade/SENAI/CIMATEC - examinadora externa)

Prof. Dr. Maria das Graças Moreira Ramos (EBA/UFBA - examinador da UFBA)

Profa. Dra. Ana Beatriz Simon Factum (EBA/UFBA - orientadora)

As

minhas filhas Larissa Lopes, Ila Lopes, minha querida mãe Neuza Lopes que estiveram sempre ao meu lado, meu pai Everaldo Lopes (*in memoriam*), e ao meu querido irmão Roberto Lopes (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço, a Deus por ter proporcionado sabedoria para vencer barreiras na vida, sem o qual nada seria possível.

As minhas filhas Larissa Lopes e Ila Lopes por todos os momentos que no decorrer desta investigação foram privados da minha companhia.

Aos meus queridos primos Jadson Azevedo e Jamile Azevedo, meu tio Moacir Azevedo, a minha irmã Roqueline Lopes e ao meu sobrinho Lucas Lopes pela ajuda exaustiva na extração do mandacaru para preparação das amostras, ao meu sobrinho Bruno Lopes pelo apoio a logística do mandacaru.

A minha querida orientadora Prof.^a Dra. Ana Beatriz Factum pela importante contribuição no processo de minha formação como pesquisadora.

A minha querida orientadora da Especialização em Design de Produto Industrial-SENAI/CIMATEC, Prof.^a Dra. Joyce Azevedo, por ter apostado e orientado na pesquisa do Desenvolvimento do Compósito Polimérico de Mandacaru.

Ao meu querido amigo e Prof.^o Me. Joaquim Almeida Mendes por viabilizar o meu acesso a Pós-Graduação em Design de Produto Industrial no SENAI-CIMATEC, onde dei início à investigação do uso da madeira do mandacaru no desenvolvimento do compósito polimérico.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma diretamente e indiretamente contribuíram para que este momento se tornasse realidade.

E em especial as duas pessoas importantes na minha vida, *In memoriam* ao meu pai Everaldo Lopes, e a minha mãe Neuza Lopes que sempre me apoiaram em todos os momentos da minha vida.



Jacqueline de Azevedo Lopes

Xote das meninas

Mandacaru quando "fulora" na seca
É o sinal que a chuva chega no sertão
Toda menina que enjoa da boneca
É sinal que o amor já chegou no coração

Meia comprida
Não quer mais sapato baixo
Vestido bem cintado
Não quer mais vestir timão...

Luiz Gonzaga

RESUMO

O presente estudo investiu na cultura xerófila, como alternativa de matéria-prima renovável em desenvolvimento de produto de design e arte, e como saída para conter o avanço do êxodo rural, pois o semiárido brasileiro é o maior semiárido tropical do mundo, e tem na Bahia 40% conforme a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) de toda a sua extensão, tendo 265 municípios inseridos nessa estatística. E o mandacaru como planta xerófila usada pelos sertanejos, como alternativa de forragem e alimento humano, principalmente no período de seca, despertou na autora, que teve seu primeiro contato com a madeira do mandacaru, numa Comunidade Quilombola, atuando como Designer de Produto no artesanato tradicional, em investigar as potencialidades de uso do mandacaru e novas possibilidades de uso. Assim, o objetivo dessa investigação foi apresentar a aplicação da madeira do mandacaru no seu estado *in natura* e como compósito polimérico, como material alternativo para o desenvolvimento de produto de *Design* e *Arte*, a partir de estudos interdisciplinares entre as metodologias de desenvolvimento de produtos industriais e processos artísticos. A pesquisa demonstra o processo tecnológico da preparação do compósito com matriz polimérica de PEAD e madeira do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.) como carga. Compósitos de PEAD/madeira de eucalipto também foram preparados visando comparação das propriedades entre os materiais, evidenciando a possibilidade do uso da madeira do mandacaru como carga. Bem como os processos e os fundamentos que possibilitarão a produção dos objetos com o mandacaru *in natura* e em compósito, estejam eles inseridos na área do *design* ou na arte, ou em ambas, utilizando o “acaso” como reflexão e inspiração para criação dos objetos. Tendo como resultado produtos, processos e conhecimentos que possibilitarão a transferência de tecnologia para a população da região do semiárido, com vistas ao incremento das suas atividades produtivas, geração de renda e melhoria das condições de vida. Os resultados apontaram que a madeira abre uma vasta gama de possibilidades de uso no design e na arte, e também para o uso na engenharia de materiais.

Palavras-Chave: mandacaru, compósito polimérico, *design*, arte, acaso.

RESUMEN

El presente estudio ha invertido en cultura xerófila, como alternativa de materia prima renovable en el desarrollo de productos de diseño y arte y como salida para contener el avance del éxodo rural, como la región semiárida brasileña es la región semiárida tropical más grande del mundo y tiene 40% en Bahia como EMBRAPA (empresa agrícola brasileña de la investigación) de toda su extensión, teniendo 265 municipios entraron en esta estadística. Y el mandacaru como planta xerófila de la utilizada por los bosquimanos, como alternativa de forraje y alimentación humana, especialmente en el período seco, en el autor, quien tuvo su primer contacto con la madera de mandacaru, comunidad Quilombola, actuando como un producto de diseño en la artesanía tradicional, para investigar el potencial del uso de mandacaru y nuevas posibilidades de uso. Así, el objetivo de esta investigación fue presentar la solicitud de mandacaru madera en su estado natura y como compuesto polimérico, como material alternativo para el desarrollo de productos de diseño y arte, de estudios interdisciplinarios entre las metodologías de desarrollo de productos industriales y procesos artísticos. La investigación demuestra el proceso tecnológico de elaboración del compuesto de matriz de polímero de polietileno de alta densidad y mandacaru madera (*Cereus jamacaru* DC.), como carga. También se prepararon compuestos de polietileno de alta densidad y madera de eucalipto a comparación de propiedades entre los materiales, demostrando la posibilidad de uso de la madera de la mandacaru como carga. Así como los procesos y los fundamentos que harán posible producir objetos con mandacaru natura y el compuesto, se insertan en el área de diseño o arte o ambos, usando el "azar" como reflexión e inspiración para la creación de objetos. Lo que resulta en productos, procesos y conocimientos que faciliten a la transferencia de tecnología a la población de la región semiárida, con miras a mejorar sus actividades productivas, generación de ingresos y mejora de las condiciones de vida. Los resultados mostraron que la madera abre un amplio abanico de posibilidades para el uso en diseño y arte y también para uso en ingeniería de materiales.

Palabras clave: mandacaru, compuestos poliméricos, diseño, arte, acaso.

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Composição Química Madeira de Mandacaru de dois estados nordestinos	27
Tabela 2 - Propriedades Organolépticas	42
Tabela 3 - Formulações para processamento do compósito	59
Tabela 4 - Comparação da Composição Química do Eucalipto e Mandacaru*	69

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Área em processo de desertificação	13
Figura 2 - Cultivo do mandacaru na caatinga.....	15
Figura 3 - Mandacaru se desenvolvendo em solo pedregoso	20
Figura 4 - Distribuição Geográfica da Família Cactácea	21
Figura 5 - Mandacaru - região de Castro Alves-Ba/Santa Terezinha-Ba.....	22
Figura 6 - Mandacaru - Fazenda da Olaria.....	22
Figura 7 - Flores do mandacaru	23
Figura 8 - Fruto do mandacaru.....	23
Figura 9 - Espinhos do mandacaru	24
Figura 10 - Quadro comparativo.....	26
Figura 11 - Fluxograma de usos do mandacaru	29
Figura 12 - Mandacaru como forragem	29
Figura 13 - Mandacaru como alimento humano	30
Figura 14 - Cerca-viva de mandacaru, Senhor do Bomfim-Ba.	30
Figura 15 - (a) Espinhos mandacaru seguram a linha para bordado, (b) Rendeiras de Bilro-Raposa-Maranhão	31
Figura 16 - Mandacaru sem espinho	32
Figura 17 - (a) Tear confeccionado com o mandacaru, (b) rede confeccionado no tear de mandacaru - Alto do Paraíso-Euclides da Cunha-Ba - 2013.....	32
Figura 18 - (a, b) Ripa e caibros de madeira de mandacaru - Caimbé-Euclides da Cunha-Ba	33
Figura 19 - (a) Sr. Diomário Oliveira - (b) Marcenaria do Sr. Diomário Oliveira	34
Figura 20 - (a) Colar prata - espinho de mandacaru e cristais Swarovki - Kalina Ribeiro, (b) Peça de joia fabricada em prata com espinho de mandacaru - família Rabelo.....	36
Figura 21 - (a) Anel mandacaru, (b) Espinho do mandacaru.....	36
Figura 22 - Brincos de espinhos de mandacaru e ouro de Kalina Rameiro	37
Figura 23 - Joia do artista Antônio Rabelo	37
Figura 24 - Talheres de prata de espinho de mandacaru.....	38
Figura 25 - Uso do mandacaru na produção de cosmético.....	38

Figura 26 - Amostra da madeira do mandacaru para análise organoléptica	41
Figura 27 - Usinagem ferramenta elétrica	43
Figura 28 - Testes com serra de calar.....	43
Figura 29 - Manuseio com ferramenta manual.....	44
Figura 30 - Manuseio com ferramenta elétrica	45
Figura 31 - Testes de esmerilhamento e polimento madeira do mandacaru	46
Figura 32 - Peças polidas.....	46
Figura 33 - Fluxograma de usos do mandacaru na investigação.....	47
Figura 34 - Extrusora dupla-rosca	50
Figura 35 - Extrusora dupla-rosca utilizada para extrusão do compósito do mandacaru	50
Figura 36 - Manejo do mandacaru	52
Figura 37 - Manejo do mandacaru	52
Figura 38 - Segunda amostra - manejo do mandacaru	53
Figura 39 - Retirada da casca da madeira do mandacaru.....	54
Figura 40 - Amostra da madeira sem casca.....	54
Figura 41 - (a) Corte da madeira do mandacaru com serra fita horizontal, (b) serra esquadria.....	55
Figura 42 - Amostras fatiadas com auxílio da serra esquadria - Dewalt	55
Figura 43 - Amostras fatiadas na Estufa Palley.....	56
Figura 44 - Amostras processada no moinho triturador - marca mecanofar.....	56
Figura 45 - Amostras processada na estufa Palley	57
Figura 46 - (a) Amostras pesadas (kg), (b) alimentação no canhão da extrusora.....	60
Figura 47 - (a) Processo de extrusão, (b) tanque de resfriamento	60
Figura 48 - (a) Fibra sendo encaminhada para o granulador, (b) pellets	61
Figura 49 - (a) Injetora, (b) corpo de prova compósito de mandacaru	61
Figura 50 - Testes de tração do compósito do eucalipto e PEAD	63
Figura 51 - (a) Testes de tração compósito do mandacaru, (b) corpo de prova rompido	63
Figura 52 - Testes de absorção compósito do mandacaru.....	64
Figura 53 - Morfologia da superfície da madeira de mandacaru	65
Figura 54 - Resistência a tração dos compósitos analisados.....	66
Figura 55 - Módulo elástico sob flexão dos compósitos analisados	66

Figura 56 - Densidade dos compósitos analisados	68
Figura 57 - Curva de Absorção	70
Figura 58 - Micrografias de compósito com PEAD/40% de Farinha de Eucalipto	71
Figura 59 - Micrografias do compósito PEAD/Farinha de madeira de eucalipto: (a) 20% eucalipto; (b) 40% eucalipto	71
Figura 60 - Extrusão do compósito - tanque de resfriamento / granulador	74
Figura 61 - Peças do Acaso - compósito polimérico do mandacaru - Laboratório de Polímero-SENAI/CIMATEC	77
Figura 62 - (a, b, c, d, e, f, g, h, i, k, l, m, n); apresentação do protótipo da joia em uma só linha	78
Figura 63 - Mandacaru e joia em uma só linha	80
Figura 64 - (a), (b), (c) Desenhos do livro Picasso em uma só linha	81
Figura 65 - Processo de produção artesanal	83
Figura 66 - (a, b, c, d) Alguns testes com compósito	84
Figura 67 - Produtos teste com compósito polimérico de mandacaru	85
Figura 68 - Madeira do mandacaru cortada no plano transversal ao eixo	85
Figura 69 - Protótipo do banco mandacaru	86
Figura 70 - (a) Esculturas teste de compósito de mandacaru natural, (b, c, d, e) Esculturas testes de compósito pintadas	87
Figura 71 - Marcel Duchamp - O Grande vidro, 1915	93
Figura 72 - Bichos - Lygia Clark	94

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMPARN	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
INSA	Instituto Nacional do Semiárido
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
ONU	Organização das Nações Unidas
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
DC.	De Candolle
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
CIMATEC	Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia
PNRA	Programa Nacional de Reforma Agrária
ISO	Organização Internacional de Normalização

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 APRESENTAÇÃO	9
1.2 PROBLEMA	11
1.3 OBJETIVOS.....	11
1.3.1 Geral.....	12
1.3.2 Específicos	12
1.4 JUSTIFICATIVA.....	12
1.5 METODOLOGIA	15
1.5.1 Procedimentos metodológicos.....	15
1.6 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	17
2 DO SEMIÁRIDO À INDUSTRIALIZAÇÃO DO MANDACARU	19
2.1 O CACTO - MANDACARU	19
2.2 LENHO - CARACTERIZAÇÃO DA MADEIRA DO MANDACARU.....	24
2.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO MANDACARU	26
2.4 POTENCIALIDADES DE USOS DO MANDACARU	28
2.4.1 Usos Populares do Mandacaru	28
2.4.2 Usos Industriais do Mandacaru	34
2.5.1 Experimentos com a Madeira do Mandacaru	39
2.5.2 GERANDO NOVOS USOS PARA O MANDACARU	47
2.5.3 A PRODUÇÃO DO COMPÓSITO POLIMÉRICO	47
2.5.3.1 Compósitos Reforçados com Fibras.....	49
2.5.4 MATERIAIS	51
2.5.4.1 Madeira de mandacaru e o extrativismo.....	51

2.5.4.2 Madeira do eucalipto (Eucalyptus globulus)	57
2.5.4.3 Matriz - PEAD (Polietileno de Alta Densidade)	58
2.5.4.4 Compatibilizante - OREVAC CA 167	58
2.5.4.5 Formulações dos Compósitos	58
2.5.4.6 Obtenção dos compósitos	59
2.5.4.7 Injeção dos corpos de prova.....	61
2.5.4.8 Caracterização dos compósitos.....	62
2.5.4.9 Propriedades mecânicas sob tração e flexão	62
2.5.4.10 Absorção de Água	63
2.5.4.11 Densidade	64
2.5.4.12 Microscopia eletrônica de varredura (MEV).....	64
2.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
2.6.1 Morfologia do Mandacaru	64
2.6.2 Propriedades Mecânicas	65
2.6.3 Densidade	68
2.6.4 Absorção de Água	69
2.6.5 Microscopia eletrônica por varredura (MEV)	70
3 MANDACARU – O ACASO E A JOIA EM UMA SÓ LINHA	73
3.1 O ACASO	74
3.2 A LINHA.....	77
3.2.1 MATERIAIS E DESENVOLVIMENTO – joia em uma só linha	81
3.2.1.1 Joias - breve histórico.....	81
3.2.1.2 Joia em uma só linha.....	82
3.2.2 PRODUTOS TESTES COMPÓSITO POLIMÉRICO DE MANDACARU (acaso)	83
3.3 Testes com madeira in natura em móveis	85

3.3 O ACASO E ARTE.....	86
3.3.1 A ARTE E A POÉTICA DO ACASO	86
4 CONCLUSÃO	96
REFERÊNCIAS.....	98

1. INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O interesse pela madeira do mandacaru como material alternativo para o desenvolvimento de produtos de *design* e arte surgiu em viagens realizadas pelos municípios da Bahia (Santo Antônio de Jesus, Santo Estevão, Tanhaçu, Euclides da Cunha e Serrolândia) como *Designer* de Produto realizando cursos de *Design* em comunidades e associações de artesãs, com tipologia em cestarias utilizando fibras naturais: piaçava, ouricuri, cipó de samambaia, entre outros – tendo o Instituto de Artesanato Visconde de Mauá, como responsável em fomentar, promover, comercializar e capacitar o trabalho artesanal, para valorização do patrimônio artístico e cultura do estado da Bahia, hoje extinto por decreto governamental.

O primeiro contato com o mandacaru foi na Comunidade Quilombola do Tucum-Tanhaçu-Bahia, localizada a 482,9 km de Salvador-Bahia, através do Senhor Diomário Oliveira (86 anos, 2012), descendente de africano escravizado e refugiado no município (José Pinto – fundador do Quilombo). Aprendeu o ofício de marceneiro com o pai, e era o responsável pela confecção dos caixões portas, janelas, ripas, caibros com o uso da madeira do mandacaru para a comunidade.

Nas demais cidades citadas, além das mesmas aplicações da madeira, eram também utilizadas como molde de olaria, forragem para animais, alimento para a comunidade e pequenas embarcações para as cidades localizadas no vale do rio Paraguaçu.

Assim, o interesse em pesquisar a madeira do mandacaru para o uso em produções de design e na arte, surge pelas características desta planta extremamente rústica, resistente, e que pode multiplicar-se em áreas degradadas sem tratamento fitossanitário, suportando altas temperaturas. Já que o processo de desertificação está cada vez mais se intensificando em regiões com grande

escassez de água. Assim, representa uma interessante matéria-prima para aplicação no desenvolvimento de produto industrial e artístico.

Portanto, a motivação para o uso da madeira do mandacaru como material alternativo, ocorreu devido à escassez progressiva de matérias-primas, principalmente a madeira cada vez mais escassa, devido à extração inadequada, desmatamento e queimadas, ameaçando algumas espécies à extinção.

Conforme Américo (2009), a ideia de desenvolver produtos de *design* de caráter sustentável é a utilização de materiais não nocivos ao meio ambiente. Deste modo, o uso de nova matéria-prima renovável para substituir os tradicionais é uma alternativa viável para o desenvolvimento de novos produtos, e essa investigação possui como motivação oportunidade da inovação a partir do uso da madeira do mandacaru.

Sendo assim, esse trabalho tem como meta desenvolver produtos com uso de um novo material, utilizando como matéria-prima a madeira do mandacaru – *in natura* e como compósito polimérico PEAD / Mandacaru, já que é uma alternativa viável de material sustentável - e um exemplo de material alternativo, pois possui diversas aplicações possíveis e ainda não exploradas no *design* e em arte - é um material sustentável, o que significa que pode ser produzido de maneira ecologicamente correta e com responsabilidade socioeconômica, como está demonstrado nesta dissertação.

Portanto, o mandacaru utilizado em compósito polimérico pode ser aplicado em produtos de *design* e arte - podendo ser explorada a qualidade estética do material para fabricação de joias, considerando a importância dos estudos das propriedades mecânicas do compósito polimérico, tais como caracterização física e química, pois o conhecimento de seus atributos e características de maneira eficiente, preenchem os requisitos necessários de fabricação. Ressaltando que o desenvolvimento do compósito polimérico reforçado com a fibra do mandacaru, deu-se início no curso de Especialização em Design de Produtos Industriais no SENAI-CIMATEC, estendendo-se a investigação ao Mestrado em Artes Visuais.

Destaca-se como relevância desta pesquisa o conhecimento gerado sobre a madeira do mandacaru em seu diverso uso e como material alternativo e expressivo para o desenvolvimento de produtos de design e de artes, *in natura* e em compósito polimérico com a madeira do mandacaru¹. Buscando propiciar a inserção de um novo material com potencial de expressividade plástica e renovável para criação de produtos com nível elevado de inovação. Assim sendo, este trabalho será delimitado pelos campos da inovação do uso de material alternativo orientado pelo design e arte.

1.2 PROBLEMA

Existem vários projetos abordando o mandacaru em diversos tipos de aplicações, tais como: na farmacologia (DAVET, 2005), na medicina (NUNES, 2012), como forragem animal e humano (EMBRAPA²), cosmetologia (*l'occitane au Brésil*), entre outros. Mas, estudos acerca da madeira do mandacaru no seu uso *in natura* e em compósito polimérico - se faz necessário pela falta de literatura técnica específica sobre o tema. Pois, para um resultado satisfatório em um desenvolvimento de produto com o uso de novo material, o designer deve ter um prévio conhecimento das características do material para que possa trabalhar de maneira adequada a sua linguagem.

Nesse sentido, e considerando a delimitação proposta por esta investigação, é formulado o seguinte problema de pesquisa: como a madeira de mandacaru pode ser utilizada na fabricação de produtos de design e de arte?

1.3 OBJETIVOS

¹ Pesquisa iniciada no sexto mês do curso de Especialização em Design de Produtos Industriais da Faculdade de Tecnologia - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) no Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia (CIMATEC), para obtenção de título de especialista, em concomitância ao Mestrado em Artes.

² EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

1.3.1 Geral

Investigar o mandacaru como possibilidade de matéria prima expressiva para o desenvolvimento de produtos de design e de arte.

1.3.2 Específicos

- Revisão de literatura sobre as inter-relações entre arte, *design* e as possibilidades de uso de novos materiais;
- Identificar os diversos usos do mandacaru;
- Apresentar testes de caracterização de amostra do compósito polimérico com mandacaru em laboratório, para melhor conhecimento de suas propriedades físicas e mecânicas;
- Fornecer novas possibilidades de desenvolvimento de produtos com o uso de nova matéria-prima renovável através de uma abordagem interdisciplinar entre as metodologias de projeto em design e processos artísticos;
- Desenvolver produtos com o uso da madeira do mandacaru para serem utilizados em produto de design e de artes;
- Confeccionar joias a partir do uso do compósito polimérico de mandacaru, e da madeira *in natura*.
- Desenvolver objetos de arte com o uso do compósito polimérico e com a madeira do mandacaru *in natura*.

1.4 JUSTIFICATIVA

Na caatinga, a extração irracional de árvore tem acelerado o processo de desertificação (Figura 1), degradando e fragilizando solos na região do semiárido que compreende a região do Nordeste, composta pelos estados do Piauí, Ceará, Rio

Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Maranhão, e norte de Minas Gerais. Esse processo vem cada vez mais acentuando o êxodo rural, a busca por uma vida melhor tem feito milhares de famílias desistirem de suas terras e migrarem para as grandes cidades.

Américo (2009) afirma que em um cenário no qual são mostradas diariamente, nos diversos meios de comunicação, tragédias ocorrendo ao redor do mundo, e mudanças climáticas que parecem irreversíveis, a necessidade de desenvolvimento sustentável se faz obrigatório em todos os âmbitos. O contínuo desenvolvimento urbano e o progresso da industrialização através da história são seguidos de um aumento muito grande, e em velocidade muito rápida, da quantidade de produtos desenvolvidos e produzidos diariamente.

Esta ordem obedece assim ao apelo mercadológico, e conseqüentemente, causa danos graves ao meio ambiente, como o aumento da quantidade de lixo produzido, sem destinação adequada, e a retirada do meio ambiente de recursos naturais, sem o tempo necessário para que haja restituição destes.

Nessa visão, salienta a ONU (Organização das Nações Unidas) na Convenção das Nações Unidas para Combate à Desertificação na Alemanha em 2008 que, até 2050, metade das áreas agrícolas cultiváveis no mundo poderão se tornar improdutivas devido à desertificação.

Figura 1- Área em processo de desertificação



Fonte disponível em: <http://outraspalavras.net/outrasmidias/destaque-outras-midias/desertificacao-mais-uma-crise-omitida-pelos-jornais/>. Acesso em 23/02/2015.

Ainda sobre a mesma discussão, Conti (1989) citado por Troleis et al (2011) afirma que a desertificação pode ser entendida, como conjunto de fenômenos que conduz determinadas áreas a se transformar em desertos ou a eles se assemelharem. Afirma que é resultante de mudanças climáticas determinadas por causas naturais ou pela pressão das atividades humanas sobre ecossistemas frágeis.

Troleis et al (2011) ainda reforça que no Brasil encontra-se áreas em avançados estágios de desertificação, como é o caso das regiões do semiárido (clima caracterizado pelo baixo índice pluviométrico), e compreende a região do Nordeste, sendo o estado da Bahia um dos líderes em desmatamento da Caatinga entre os anos de 2002 e 2008, com mais de 4.500 km² de vegetação destruída. Isso é quase trinta vezes mais que o Estado de Sergipe, com 157 km² - o nono colocado na lista de desmatamento do Bioma Caatinga (CARDOSO, 2010).

Portanto, o uso descontrolado das reservas naturais tem trazidos consequências desastrosas ao planeta, tais como: alterações climáticas ou aquecimento global, desequilíbrio de ecossistemas e desastres ambientais.

Durante a abertura da conferência Eco-Debate, publicado em abril de 2010 - Germano Costa, diretor do INSA (Instituto Nacional do Semiárido), cita que apostar em culturas xerófilas adaptadas à escassez de água, pode ser um dos caminhos, uma vez que a agricultura na região do semiárido é uma atividade de alto risco, pois historicamente, a cada dez anos se têm apenas dois anos de chuvas regulares.

Portanto, as culturas xerófilas nesta pesquisa são estudadas como proposta de material alternativo renovável para desenvolvimento de produtos, pois, o cacto mandacaru - pode atingir até 10 m de altura, se desenvolve em áreas mais secas da região do semiárido Nordestino, em solos rasos, pedregosos, em cima de rochas e se multiplicam regularmente. E que, segundo a EMPARN³, o seu plantio se dá por estacas, e se desenvolve em área de solo degradado (Figura 2), podendo repovoar áreas onde não é mais possível o cultivo de lavoura, não necessita de irrigação, o cultivo deve ser feito antes do período chuvoso, e que seria impossível o cultivo de

³ Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte

outra espécie de planta portadora de madeira, já que as mudas necessitam ser irrigadas no mínimo duas vezes por dia, e não suportam intempéries tais como: altas temperaturas e ventos.

Figura 2 - Cultivo do mandacaru na caatinga



Fonte disponível em: <http://fatosefotosdacaatinga.blogspot.com.br/2012/10/crescimento-do-mandacaru-na-caatinga.html>. Acesso em 23/02/2015.

1.5 METODOLOGIA

A pesquisa realizada para concretização dessa dissertação teve como objetivo desenvolver uma investigação sobre a madeira do mandacaru, para estabelecer caminhos, visto que o objeto de pesquisa ainda é pouco explorado, criando assim procedimentos para o uso correto do objeto investigado “madeira do mandacaru” *in natura* e em compósito polimérico, para desenvolvimento de objetos de design e de arte.

1.5.1 Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos utilizados baseiam-se em uma pesquisa de cunho exploratório. Esse modelo de pesquisa foi selecionado em razão de proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito (GIL, 1991).

A primeira etapa foi marcada pela busca de bibliografia relevante acerca do tema. Para Gil (1991), numa pesquisa exploratória, cabem levantamentos bibliográficos, bem como, entrevistas direcionadas ao público interessado pelo assunto.

A revisão bibliográfica que deu origem a fundamentação teórica foi iniciada em 2014, tendo sido selecionado amplo material, tais como artigos e livros sobre o tema, além de dissertações e teses, entrevista e análise para melhor entendimento sobre o uso da madeira do mandacaru e suas propriedades, tendo em vista que não há literatura e experimentação sistematizada sobre este tipo de madeira.

O levantamento registrado nas comunidades teve início em 2012, foram coletados através de entrevista informal, sem roteiro, com a solicitação de autorização expressa destes, após informação sobre o uso que seria dado aos depoimentos prestados.

Foram realizados com as amostras coletas, para melhor conhecer o potencial do uso da madeira do mandacaru, testes de usinagem com uso de ferramentais manuais: goivas, serra de calar; e elétricas: serra circular de bancada, serra fita horizontal, serra esquadria, esmerilhamento; testes preliminares organolépticas; descreve todo processo para o desenvolvimento do compósito polimérico, e os testes de resistência de materiais: densidade, resistência, rigidez, umidade, com objetivo de adquirir maior conhecimento das relações entre as variáveis de processo e as propriedades de resistência da madeira, para o desenvolvimento de produtos de *design* e de artes.

No processo de construção da pesquisa, algumas disciplinas cursadas durante o período do mestrado tiveram sua contribuição para a caminhada investigativa, esclarecendo dúvidas e permitindo a construção do objeto pesquisa, como ocorreu com a disciplina de Laboratório de Investigação Bidimensional, onde abriu várias possibilidades de experimentar a madeira do mandacaru como compósito polimérico, e a madeira em forma de grânulo, madeira in natura, em diversas técnicas e suportes; Teoria e Técnica de Processos Artísticos permitiu a construção da poética do material como elemento expressivo; Mecânica dos Materiais Compósitos, disciplina que a princípio esperava ter resultados práticos dos testes de

resistência mecânica da madeira do mandacaru, não chegando a ser realizados, mas a aquisição de conhecimento teórico intensificou e favoreceu novos estudos dos compósitos. Assim, no decorrer do curso a aquisição de conhecimento ofertado pelas outras disciplinas cursadas pode ajudar esclarecendo dúvidas e permitindo outro caminhar para chegar a um delineamento do processo.

1.6 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação se organiza da seguinte forma, além da introdução (item 1) e conclusão (item 4), possui dois capítulos: o Capítulo 2, trata da característica do mandacaru, seus usos populares, uso medicinal, tecnológico, cosmetologia, o estudo do mandacaru e sua caracterização, suas propriedades, para melhor compreender suas potencialidades na investigação realizada.

Já no Capítulo 3, apresenta os estudos do uso do mandacaru como material expressivo, experimentos com sua madeira de base tecnológica e artística; um breve estudo sobre suas propriedades organolépticas para reconhecimento e identificação da madeira enquanto cor, odor/sabor, textura, desenho e densidade; descreve o teste de resistência ao corte manual e elétrico a fim de definir o seu potencial, suas limitações e seus condicionantes de uso; relata sobre o novo uso da madeira na produção do compósito polimérico com a madeira do mandacaru, o processo e método aplicado na produção do compósito, testes de propriedades mecânicas sob tração e flexão, absorção de água, densidade, e MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura), apresentando seus resultados⁴; o uso do aproveitamento do compósito extrudado na produção de joias e o acaso como reflexão para auxílio no desenvolvimento das peças; nas artes o uso da madeira em compósito e *in natura*, tendo também o acaso como solução para as produções dos objetos de arte.

⁴ Como já foi dito se trata de uma pesquisa que teve início no curso de Especialização em Design de Produtos Industriais da Faculdade de Tecnologia - SENAI-CIMATEC, tendo seu aprofundamento e continuidade no Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais da Escola de Belas Artes da Universidade Federal da Bahia, na linha de pesquisa Arte e Design: processos, teoria e história, nível mestrado.

Na conclusão destaca a possibilidade de desdobramento em uma pesquisa de doutorado no processo de transferência de tecnologia para a produção de artefatos em uma unidade de produção para grupos de artesões (ãs) em regiões do semiárido baiano.

2 DO SEMIÁRIDO À INDUSTRIALIZAÇÃO DO MANDACARU

Este capítulo apresenta uma revisão de literatura sobre o estado de arte do Mandacaru, ou seja, pesquisas desenvolvidas sobre esse vegetal, tais como: estudos sobre sua morfologia, levantamento sobre a distribuição geográfica da ocorrência seja espontânea ou cultivada, características do seu lenho (madeira), levantamento de dados sobre seus usos, do popular ao tecnológico, bem como a suas propriedades físico-químicas.

Esse capítulo também se constitui como base de fundamentação para uma melhor compreensão das suas potencialidades para atender aos requisitos desta investigação, sua utilização como material alternativo em produtos de design e de arte. Também atende as pretensões do aproveitamento de sua fibra como carga para desenvolvimento do compósito polimérico, pesquisa essa desenvolvida no SENAI-CIMATEC (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia) no curso de Especialização em Design de Produto em concomitância a esta dissertação.

2.1 O CACTO - MANDACARU

Conforme Davet (2005, p. 21)

O mandacaru - *Cereus Jamacaru* DC. é uma cactácea do Gênero *Cereus* *pertence* à subfamília Cactoideae, grupo Cereoideae; compreende plantas tipo árvore ou arbustos de hastes (talos) eretos e significa, tanto em grego quanto em latim, “tocha”, provavelmente devido ao formato de candelabro do primeiro cacto conhecido. O Gênero *Cereus* foi primeiramente descrito por Hermann, em 1698 e depois por Miller em 1754, e inclui 900 espécies publicadas.

Cavalcanti et al (2006) apontam o mandacaru como uma planta da família das Cactáceas, também conhecida como, dentre os nomes vulgares: mandacaru, mandacaru-de-boi, manacaru, nhamandacaru, cardeiro, cardeiro-rajado, facheiro, arumbeva e tuna. Do tupi “iamandaka-ru” – feixe de espinhos ou espinho.

Dias et al. (2008) caracteriza o mandacaru como uma planta extremamente rústica, que cresce nas catingueiras arbóreas e em locais quase desprovidos de solos. De porte arbóreo, tronco grosso e ramificado com flores enormes e alvas que se abrem à noite murchando ao nascer do sol, seus ramos são irregulares e dispostos em ângulo agudo com os eixos principais levemente curvados, dando a planta um aspecto de um candelabro, e é exatamente por essa forma que foi classificado no gênero *cereus*, palavra de origem latina que significa círio.

Em períodos de grandes secas, não são as cactáceas que morrem e sim os arbustos em grande escala e as árvores em escala menor, pois as cactáceas se desenvolvem nas áreas mais secas da região semiárida do Nordeste, em solos rasos, pedregosos, em cima de rochas e se multiplicam regularmente (Figura 3).

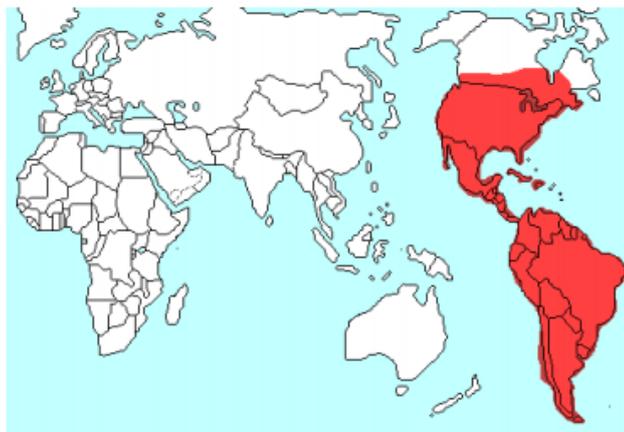
Figura 3 - Mandacaru se desenvolvendo em solo pedregoso



Fonte: Acervo da autora, Castro Alves, 2014.

A distribuição geográfica da família Cactácea, conforme Davet (2005, p.10), está distribuída essencialmente nas Américas (Figura 4).

Figura 4 - Distribuição Geográfica da Família Cactácea



Fonte disponível em:

<http://www.dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/1921/disserta?sequence=1>. Acesso em 19/04/2015.

No Brasil, o mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.) é uma cactácea abundante na região nordestina do Brasil, e ocorrem principalmente nos estados da Bahia, Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe e Alagoas, do interior à costa – desde o nível do mar até 900m de altitude, segundo Lima (1996, citada pela REVISTA CAATINGA, 2007, p. 29).

Segundo Liberato (2008) o mandacaru é uma planta arborescente, podendo atingir 10 m de altura (Figura 5) e (Figura 6), suculentas, de caule lenhoso que varia de 15 a 30 cm de diâmetro, de cor verde-glaucos. Suas flores (Figura 7) são noturnas com aproximadamente 26 cm de comprimento e 12 cm de diâmetro, frutos de cor avermelhado com polpa branca e sementes pretas (Figura 8) seus espinhos (Figura 9) podem ter coloração amarela, avermelhado ou castanho e chega a medir 20 cm de comprimento.

Figura 5 - Mandacaru - região de Castro Alves-Ba/Santa Terezinha-Ba



Fontes: Acervo da autora - Castro Alves (Ba), 2014 / Balbino Azevedo - Stª Terezinha (Ba), 2013.

Figura 6 - Mandacaru - Fazenda da Olaria



Fonte: Acervo da autora - Beira Campos-Castro Alves (Ba), 2016.

E ainda, conforme EMBRAPA em Tupi o nome mandacaru quer dizer feixe cheio de espinhos, em alusão aos espinhos que recobrem o caule. O caule tem vários lados, semelhante a um polígono, com ramificações e apresenta longos espinhos

amarelos. As flores são grandes, brancas, numerosas e só se abrem durante a noite, quando são polinizadas por mariposas da família *Sphingidae* (Figura 7). Os frutos têm forma de baga espinhosa, de cor vermelha intensa com sementes pretas e miúdas (Figura 8). A floração ocorre nos meses de outubro e dezembro. Entre os meses de dezembro e janeiro acontece à frutificação, e a propagação da planta pode ser realizada por sementes ou por estacas do caule.

Figura 7 - Flores do mandacaru



Fonte disponível em: <http://www.pinterest.com/pin/88594317642521480/>. Acesso 21/03/2015.

Figura 8 - Fruto do mandacaru



Fonte: Acervo da autora, Castro Alves-Bahia, 2014.

O caule é típico das xerófitas, plantas de solos secos, que assume a função fotossintetizante das folhas que estão transformadas em espinhos (Figura 9), com redução da transpiração, capaz de acumular amido em leucoplastas e água em grandes vacúolos, seu caule ainda contém fécula, com a qual se preparam pães, biscoitos, broas e mingaus utilizados na alimentação humana e os ramos, depois de queimados os espinhos, servem de alimento para os animais (bovinos, ovinos e caprinos). Em sua composição foram registrados 15,84% de água, 10,72% de proteína bruta, 1,04% de estrato etéreo, 45,52% de extrativos não nitrogenados, 16,22% de fibra bruta e 10,66% de resíduo mineral (EMBRAPA).

Figura 9 - Espinhos do mandacaru



Fonte: Acervo da autora, (2014).

Conforme a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) uma série de adaptações morfológicas e fisiológicas permite às cactáceas sobreviver em lugares pobres em nutrientes e sem água, sob intensa radiação solar e temperatura elevada.

2.2 LENHO - CARACTERIZAÇÃO DA MADEIRA DO MANDACARU

Anteriormente, detalhou-se a morfologia do mandacaru, tais como: fruto, espinho e a

flor. No entanto, não existem muitos estudos direcionados para o LENHO⁵ do mandacaru. É de fundamental importância para o desenvolvimento dessa investigação, a sistematização do conhecimento sobre as características do mandacaru enquanto vegetal produtor de madeira “LENHO”.

Segundo Tomazello Filho (2002) citado por Belini (2007, p. 16), o conhecimento das células e/ou tecidos que formam o lenho das espécies arbóreas é básico para a caracterização da estrutura anatômica de suas madeiras. Essas células apresentam grande variação em sua forma, relacionadas com as atividades fisiológicas do lenho. Além da caracterização dos elementos anatômicos é importante determinar as dimensões e a disposição dos mesmos planos básicos de estudo da madeira, sendo que essas informações possibilitam estabelecer correlações com propriedades físico-mecânicas e utilização da madeira.

Segundo Davet (2005, p. 24), o material fornecido pela EMBRAPA (Figura 10), classifica o tronco do mandacaru em quatro partes: miolo, ou região vascularizada; córtex, correspondente à região de tecido parenquimatoso externo ao lenho; cutícula, correspondente à camada fina de cera que envolve toda a haste do vegetal e o lenho (xilema), região rígida anelar, parte de onde se extrai a madeira.

Abaixo, (Figura 10) apresenta o quadro comparativo entre a anatomia de um vegetal produtor de madeira de espécime desconhecida e a anatomia do lenho mandacaru.

⁵ LENHO - subst.. masc. 1. Ciências naturais O principal tecido de sustentação e condução da seiva mineral nos caules e raízes. 2. Madeiro. (FERREIRA, 2011).

Figura 10 - Quadro comparativo

COMPARAÇÃO ENTRE ANATOMIA DO LENHO VEGETAL PORTADOR DE MADEIRA (árvore) e o MANDACARU	
<p>Lenho de árvore</p> 	<p>Lenho de mandacaru</p> 
<p>LE - (Lenho) AL - (Alburno) ME - (Medula) CA - (Casca)</p>	<p>LE - (Lenho) CO - (Córtex) ME - (Medula) CT - (Cutícula)</p>

Fonte disponível em:

<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/1921/disserta?sequence=1>

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAppcAF/microscopia-coniferas>

<http://portaldamadeira.blogspot.com.br/2009/10/lenho-xilologia.html>. Acesso em 22/03/2015.

Assim, o EMBRABA classifica a região rígida anelar do mandacaru de LENHO. Portanto, o mandacaru é um vegetal produtor de madeira, por apresentar características anatômicas que assemelham a outras espécies de vegetais produtoras de madeiras. Daí a importância do estudo da caracterização para classificar o mandacaru como vegetal portador ou não de material classificado como madeira.

2.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO MANDACARU

Conforme Lima et al (2014, p. 4)

“As caracterizações física e química do mandacaru na forma de pó foram determinadas por meio de análises realizadas no Laboratório de Análises de Tecido da Planta e no Laboratório de Análise de Alimentos, respectivamente; ambos pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – Campus Areia. Nesta fase foram determinados os compostos químicos presentes no mandacaru e características como matéria seca, umidade, cinzas, matéria orgânica, proteína bruta, fibras, celulose e lignina”.

Portanto, na caracterização descrito por Lima et al (2014, p. 4), estão relacionados na (Tabela 1) os resultados obtidos por meio das análises físico-químicas realizadas para caracterizar a biomassa do mandacaru, de espécies coletadas em dois estados (RN e PB) na forma de pó. Observa-se que a madeira de mandacaru apresenta baixas concentrações de Celulose, de Hemicelulose e Lignina. Tanto a celulose como a hemicelulose é rica em grupos hidroxila, fazendo com que as fibras lignocelulósicas sejam hidrofílicas (polar) por natureza. Estes componentes são responsáveis pela afinidade da fibra com a água, visto que a lignina é hidrofóbica (SANTOS, 2012).

Tabela 1 - Composição Química Madeira de Mandacaru de dois estados nordestinos

Componentes	Mandacaru (RN)	Mandacaru (PB)
MS ¹	42,44%	43,27%
FDN ²	20,27%	21,11%
FDA ³	16,56%	14,06%
N-FDN ⁴	0,32%	0,31%
HEM ⁵	3,70%	7,04%
CEL ⁶	13,69%	11,76%
LIG ⁷	2,86%	2,29%

1 Matéria Seca; 2 Fibra em Detergente Neutro; 3 Fibra em Detergente Ácido; 4 Nitrogênio na Fibra em Detergente Neutro; 5 Nitrogênio na Fibra em Detergente Ácido; 6 Hemicelulose; 7 Celulose; 8 Lignina. (Adaptado do site)

Fonte disponível em:

http://www2.unifesp.br/home_diadema/eba2014/br/resumos/R01201.PD. Acesso em 17/04/2015.

Foi de fundamental importância para o desenvolvimento desta investigação a sistematização do conhecimento sobre *cereus jamacaru* e da sua utilização, em diversos usos, levantada através de informações fornecidas pelos moradores de cinco cidades do município do semiárido baiano, entre eles: Santo Antônio de Jesus-Ba, Santo Estevão-Ba, Euclides da Cunha-Bahia: comunidade de Caimbé, comunidade povoado Alto do Paraíso, Tanhaçu: comunidade quilombola do Tucum e Serrolândia.

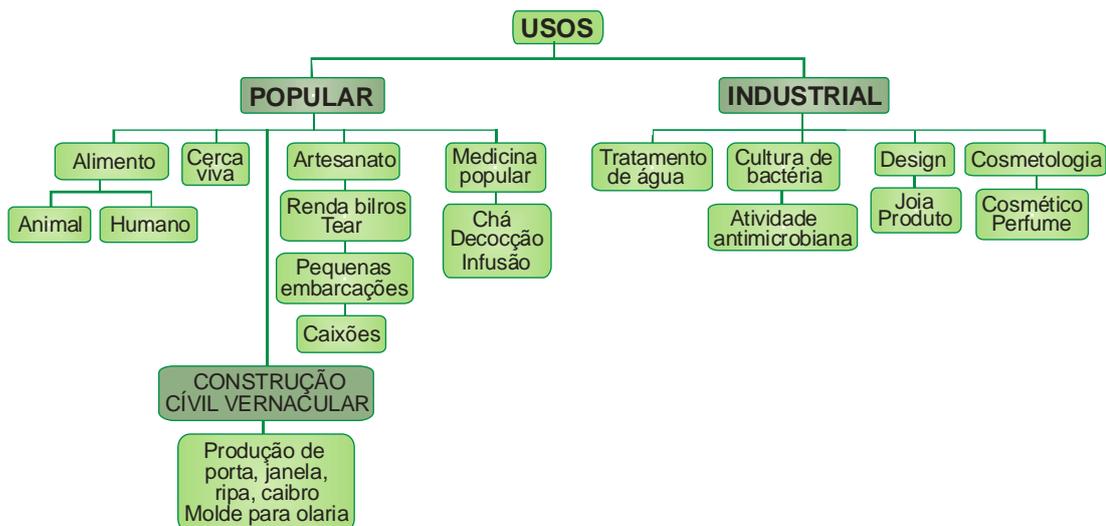
Apresentou-se também, a importância já existente do uso do mandacaru, demonstrando-se o seu grande potencial e resistência – e que ainda segundo o engenheiro Florestal e pesquisador Manoel de Souza Araújo da EMPARN, o seu plantio de forma adensada cria condições edáficas necessárias ao aparecimento das outras espécies da caatinga, favorecendo assim, a recomposição da biodiversidade, fato positivo para a recuperação de áreas que correm o risco de entrar no processo de desertificação, por mau uso do solo ou por mudanças climáticas.

2.4 POTENCIALIDADES DE USOS DO MANDACARU

2.4.1 Usos Populares do Mandacaru

O mandacaru é um vegetal de extrema importância para o bioma da caatinga, e por apresentar adaptações que as possibilitam sobreviver em períodos de seca, traz grandes benefícios à população do semiárido. E destaca-se por apresentar grande diversidade de uso, conforme sistematizada no fluxograma (Figura 11):

Figura 11 - Fluxograma de usos do mandacaru



Fonte: Concepção da autora, 2015.

No período de seca, o mandacaru é utilizado como alimento para animais, e é justificado o seu uso devido a grande quantidade de proteína bruta e água (DAVET, 2015), para seu uso é necessário queimá-lo levemente para retirada dos espinhos e então, ser utilizado como forragem para o gado bovino, caprino e ovino (Figura 12). Mesmo sendo uma fonte de nutrimento para os animais, alguns agricultores não realizam o manejo sustentável, comprometendo a planta matriz, pois a queimada para a retirada dos espinhos é realizada no mesmo local, dificultando assim a recuperação das espécies.

Figura 12 - Mandacaru como forragem



Fonte disponível em: <https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/2007>.
<https://www.youtube.com/watch?v=316cgtWDec8>. Acesso 12/05/2015.

Em período de grande escassez de alimento humano, o mandacaru se destaca como opção para os sertanejos, depois de retirados os espinhos, são cuidadosamente preparados (Figura 13), segundo os moradores da Comunidade Quilombola de Tucum-Tanhaçu-Bahia. A literatura também aponta o seu uso como alimento, conforme Lucena et al (2012, p. 126) é consumido o fruto (em fresco) e o miolo (assado, em fresco e como doce).

Figura 13 - Mandacaru como alimento humano



Fonte: <http://geroshow.blogspot.com.br/2014/09/aos-17-anos-chef-nordestino-cria-pratos.html>. Acesso 29/10/2014.

A planta inteira é usada como cerca-viva (Figura 14), para afastar animais predadores ou para evitar que os rebanhos evadam do pasto dos seus proprietários.

Figura 14 - Cerca-viva de mandacaru, Senhor do Bomfim-Ba.



Fonte disponível em: <http://aureliocarvalho.blogspot.com.br/2011/06/trilha-dos-saberes-no-05-de-junho2011>. Acesso 29/04/2014.

Já quanto a sua aplicação no artesanato, há a utilização dos espinhos do mandacaru como alfinetes nas almofadas para confecção de renda de bilros, por mulheres rendeiras do semiárido nordestino (Figura 15).

A renda de bilros é uma das principais heranças da colonização portuguesa na região. Realizada sobre uma almofada dura, o rebolo que é um cilindro de pano grosso cheio com palha ou algodão e coberto exteriormente por um saco de tecido mais fino que serve como base para elaboração das peças de renda. Os fios são manejados pelas rendeiras por meio de pequenas peças de madeira torneada (ou de outros materiais, como osso), denominados bilros⁶.

As artesãs do semiárido nordestino diferenciam-se das demais neste tipo de artesanato por utilizarem espinhos de mandacaru como ferramenta no desenvolvimento de suas peças.

Figura 15 - (a) Espinhos mandacaru seguram a linha para bordado, (b) Rendeiras de Bilro-Raposa-Maranhão

(a)



(b)



Fonte disponível em: <http://www.matraqueando.com.br/taq/raposa>. Acesso 05/05/2014.

Outro uso do mandacaru no artesanato, foi identificado durante as investigações no Povoado Alto do Paraíso – localizado a 12 km do município Euclides da Cunha-Bahia, surge em 1998, com Programa Nacional de Reforma Agrária (PNRA) – Os agricultores e artesãos João Pereira dos Santos e Margarida do Rosário (entrevista realizado nos períodos de 12 a 16 de agosto de 2013), relatam que para confecção do tear rústico (Figura 17), a madeira do mandacaru é extraída ainda verde (Figura

⁶ - Informação disponível em <http://beberibe.ce.gov.br/artesanato/>. Acesso em 19/12/2014.

16), e posto para secar durante 15 dias, sendo antes retirados os espinhos e a casca (córtex, cutícula), em seguida são realizados os cortes de encaixe.

Figura 16 - Mandacaru sem espinho



Fonte disponível em: <http://come-se.blogspot.com.br/2014/04/banco-de-sementes-comunitario-em.html>. Acesso em 15/07/2015.

Figura 17 - (a) Tear confeccionado com o mandacaru, (b) rede confeccionado no tear de mandacaru - Alto do Paraíso-Euclides da Cunha - Ba - 2013

(a)



(b)



Fonte: Acervo da autora, 2013.

Dentre as utilizações do mandacaru, na categoria de uso medicinal popular, alguns autores citam o conhecimento e a utilização de cactáceas com propriedades terapêuticas, (Campos, 1967; Silva, 1986; Souto Maior, 1986; Bandeira, 1993; Agra, 1996; Mota, 1997; Costa-Neto & Moraes, 2000; Guerreiro et al., 2000; Tourinho, 2000 e Andrade et al., 2001). O trabalho de Lucena et al (2012, p. 126), cita o uso da raiz do mandacaru (de preferência do lado da nascente) como chá (decoção ou infusão) para tratar problemas renais, inflamação e sinusite. E ainda, segundo Scheinvar (1985, p. 104, apud Davet, 2005, p. 11) o uso medicinal popular; diz-se

que as raízes e o caule são diuréticos e melhoram males do coração e que toda a planta é usada no combate ao escorbuto⁷ e nas afecções do aparelho respiratório - bronquites, tosse, catarro.

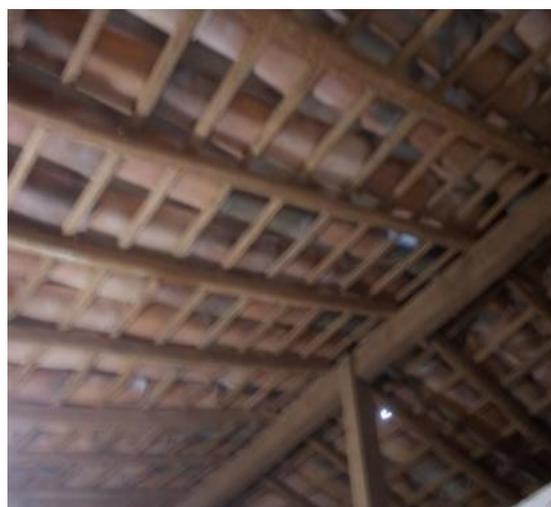
Na construção civil vernacular (Figura 18), foi realizada pesquisa em seis municípios baianos (Santo Antônio de Jesus-Ba (2012), comunidade Quilombola de Tucum-Tanhaçu-Bahia (2012), Povoado Alto do Paraíso-Euclides da Cunha-Ba. (2013), Comunidade de Caimbé-Euclides da Cunha-Ba. (2013), Santo Estevão-Ba. (2013) e Serrolândia-Bahia (2014)), onde segundo relatos dos moradores, a madeira do mandacaru é usada para confecção de ripa, caibro, portas e janelas, algumas chegam atingir 50 anos sem ataques de insetos, entre eles o cupim (Isoptera). Alguns também relataram que não mais utilizam a madeira do mandacaru, devido à facilidade de adquirir outros tipos de madeiras em madeireiras locais.

Figura 18 - (a, b) Caibro e ripas de madeira de mandacaru - Caimbé-Euclides da Cunha-Ba

(a) Caibro



(b) Ripas



Fonte: Acervo da Autora, 2014.

Outro uso, segundo relato do marceneiro Sr. Diomário Oliveira de 86 anos, (Figura 19 a), neto de africano de nome José Pinto (refugiado na região e fundador do quilombo do Tucum-Tanhaçu-Bahia⁸), era usada a madeira do mandacaru, em

⁷ Escorbuto - a doença dos navegadores, derivada da carência crônica de vitamina C., segundo Scheinvar (1985, p. 104, apud DAVET, 2005, p. 11).

⁸Comunidade Quilombola do Tucum-Tanhaçu-Bahia (2012) – O município de Tanhaçu está localizado na microrregião da Chapada Diamantina Meridional, e seu território está totalmente incluído no

décadas passadas, para confeccionar caixões. Ele era o responsável pela produção dos caixões na sua comunidade, produzia o mesmo enquanto ocorria o velório, sempre ao fundo da residência do falecido. Sendo costume da comunidade plantar nos quintais de suas casas ou fazer a extração do mandacaru e guardá-lo para a confecção dos futuros caixões. Na sua marcenaria (Figura 19 b), Sr. Diomário também confeccionava para sua comunidade as ripas, caibros, portas e janelas. Relata que a madeira do mandacaru é de fácil manuseio, por ser uma madeira macia.

Figura 19 - (a) Sr. Diomário Oliveira - (b) Marcenaria do Sr. Diomário Oliveira

(a)



(b)



Fonte: Acervo da autora, 2012.

2.4.2 Usos Industriais do Mandacaru

Outro valor agregado do uso do mandacaru está sendo realizado na área industrial, como polímero natural, de baixo custo, para remoção de turbidez e como auxiliar na

polígono das secas, abrangendo uma área total de 1540 km². Na região, predomina o clima semiárido sendo a temperatura média anual de 22,6 °C; 28,2 °C a máxima e 18,6 °C a mínima. A vegetação tem característica predominante de caatinga arbórea aberta, caatinga arbórea densa. A comunidade está localizada a sete quilometro de Tanhaçu-Ba, e sua população é composta de remanescente de quilombo.

coagulação e floculação no tratamento de água, atuando sobre as características físico-químicas da água, tornando-a clarificada, equilibrando seu pH e alcalinidade total. Assim, conforme Zara (2012) os polímeros do cacto Mandacaru se mostraram eficientes, e torna-se uma alternativa para o tratamento de água, principalmente na região semiárida brasileira, onde é abundante.

Mais recentemente, alguns pesquisadores descobriram outras serventias para o extrato do caule, conforme Aline Davet (2005), a eficácia do mandacaru foi verificada em testes realizados com culturas de oito das bactérias mais comuns, entre as prejudiciais ao homem e, causadoras de infecção hospitalar. Os efeitos foram mais efetivos no combate ao *Streptococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli*.

Ainda segundo Davet (2005), “as cactáceas são reconhecidamente ricas em esteróides e essas substâncias podem estar relacionadas à atividade antimicrobiana do mandacaru”. Ela destaca, em especial, a tiramina como uma das substâncias que possui ação bactericida. A partir dos resultados obtidos, parecem boas as perspectivas para obtenção de antibióticos naturais a partir do cacto brasileiro.

Nos dias atuais, com a crescente escassez de matéria prima, o interesse em pesquisar novos materiais alternativos sustentáveis para a substituição aos tradicionais, vem mobilizando pesquisadores e cientistas. No campo do Design de Joias, uma quantidade expressiva de produtos vem sendo desenvolvido com o uso do espinho do mandacaru (Figuras 20, 21 e 22), onde designers de joias e artesãos (família Rabello) associam materiais convencionais (prata e cristais) e produtos da região (pedra e couro) ao espinho do mandacaru, produzindo joias com identidade cultural regional, diferenciando seus produtos dos demais.

Figura 20 - (a) Colar prata - espinho de mandacaru e cristais Swarovki - Kalina Ribeiro, (b) Peça de joia fabricada em prata com espinho de mandacaru - família Rabelo

(a)



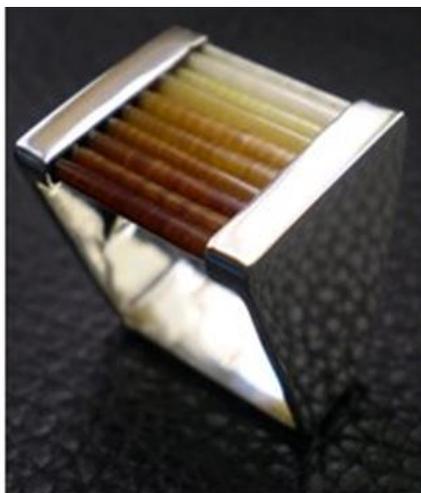
(b)



Fonte disponível em: <http://www.marqueterie.com.br/2013/11/cris-rosenbaum-comanda-feira-de-final-de-ano-na-rosenbaum/>. Acesso em 09/05/2015.

Figura 21 - (a) Anel mandacaru, (b) Espinho do mandacaru

(a)



(b)



Fonte disponível em: <http://www.cearadesigner.com.br/anel-mandacaru>. Acesso em 09/05/2015

Figura 22 - Brincos de espinhos de mandacaru e ouro de Kalina Rameiro



Fonte disponível em: <http://www.odiacomestilo.com/noticias/beleza/a-identidade-forte-do-trabalho-artesanal-da-artista-plastica-kalina-rameiro>. Acesso em 09/05/2015.

Figura 23 - Joia do artista Antônio Rabelo



Fonte disponível em: <http://maisumlookdodia.blogspot.com.br/2010/09/declarando-rio-das-pedras.html>. Acesso em 09/05/2015.

Quanto ao design de produto, a Artista Plástica Kalina Rameiro produz delicadas colheres, utilizando também o espinho de mandacaru e a prata para confecção de suas coleções (Figura 24).

Figura 24 - Talheres de prata de espinho de mandacaru



Fonte disponível em: <http://therdesign.wordpress.com/page/2>. Acesso em 09/05/2015
<https://www.facebook.com/pages/Kalina-Rameiro/1402442993305504>. Acesso em 27/04/2016.

A indústria francesa L'Occitane, desde meados de 2013, em sua primeira linha de produtos criado fora da França, começa a explorar comercialmente o extrato de mandacaru para desenvolvimento de produtos na cosmetologia. Com o cultivo do cacto para o abastecimento da produção de hidratantes, sabonetes, esfoliantes, cremes para mãos e desodorantes (Figura 25), irá proporcionar a população do semiárido, geração de renda.

Figura 25 - Uso do mandacaru na produção de cosmético



Fonte disponível em: <http://www.allezbeaute.com/loccitane-au-bresil-linha-mandacaru/>. Acesso em 09/05/2015.

2.5 MATERIAIS E MÉTODO APLICADOS NA INVESTIGAÇÃO

Para se conhecer o potencial do uso da madeira do mandacaru foi necessário realizar determinados testes, como também uma pesquisa aprofundada sobre suas características. Pois, as informações e dados coletados apresentados no capítulo anterior, referem-se ao conhecimento popular (senso comum) construído ao longo de muitos anos pela população do semiárido, trata-se de um saber importante, mas para ampliar suas possibilidades de uso é recomendável a sua complementação através do conhecimento científico, tendo em vista que não há literatura e experimentação sistematizada sobre este tipo de madeira.

Assim, nesse capítulo, serão apresentados alguns testes realizados com ferramentas manuais e elétricas, para que possa ser intensificado o uso da madeira do mandacaru como matéria-prima para fins industriais, construtivos ou artísticos, esses dados só poderão ocorrer a partir do conhecimento adequado de suas propriedades, sejam físicas ou mecânicas, pois a madeira é uma matéria prima de origem orgânica, composta de celulose, hemicelulose, lignina e outros extrativos, conforme Lima (2014), e apresenta enorme propriedade de usos, e para obtenção de produtos torna-se necessário o conhecimento prévio da matéria-prima.

Dentro dessa pesquisa foram desenvolvidos experimentos de base tecnológica e artística, os de uso de base tecnológica vão ser descrito no item denominado Compósito Polimérico, e a de base artística de experimentação de interações com material será apresentado no item experimentos com a madeira do mandacaru, descrito abaixo.

2.5.1 Experimentos com a Madeira do Mandacaru

As amostras utilizadas para os experimentos foram coletadas no município de Tanhaçu-Bahia em uma comunidade Quilombola conhecida como Tucum, a amostra

tem idade desconhecida, foi colhida em campo aberto com ajuda de moradores locais.

Anterior aos primeiros experimentos foi realizado o estudo das propriedades organolépticas como parte do processo de reconhecimento e identificação da madeira do mandacaru.

Conforme Botosso (2009) Engenheiro Florestal e pesquisador da Embrapa Florestas, as propriedades organolépticas (do Grego *organon*, “órgão”, *leptíkós*, “disposto a aceitar”), são características que podem ser percebidas pelos sentidos humanos, (visão, audição, paladar, tato e olfato), sem a necessidade do uso de instrumental óptico. Assim, as principais características observadas pelos sentidos, no caso da madeira, são à cor, o odor, o sabor, à textura, o brilho, à grã, a densidade e os desenhos, estas propriedades estão diretamente ligadas ao valor decorativo e ornamental em se tratando de madeira.

Ainda conforme Botosso (2009), as cores mais recorrentes na madeira são: esbranquiçada, amarelada, avermelhada, acastanhada, parda, enegrecida e arroxeadada.

Já o sabor é uma propriedade útil para a confirmação da identidade de algumas madeiras, no entanto, o gosto e o cheiro são propriedades intimamente relacionadas por se originarem das mesmas substâncias. Na prática, apenas e excepcionalmente o sabor contribui para a identificação e distinção de espécies, e para avaliá-lo, deve-se mastigar e posicionar em várias partes da língua. Algumas espécies brasileiras apresentam gosto característico, como o amargo e adocicado.

Quanto ao odor da madeira há certa dificuldade em definir, devendo ser verificado em amostras secas e em amostras recém-expostas ao ar e/ou à luz, devido à volatilidade de certas substâncias que se encontram nas partes mais internas do tronco (cerne). No entanto, o odor pode ser realçado, raspando-se, cortando-se e/ou umedecendo a madeira já seca e ao final pode ser classificado como indistinto ou distinto.

Outra propriedade é a grã, essa se refere à orientação e ao paralelismo dos elementos celulares verticais constituintes do lenho (xilema secundário) em relação ao eixo principal do tronco da árvore ou peças de madeira.

A textura permite identificar e distinguir uma superfície de outras, verificando-se pelo tato ou visualmente, podendo ser lisa, rugosa, macia, áspera ou ondulada. É uma sensação visual ou tátil, apesar da identificação a “olho nu”, se faz necessário uma delimitação mais precisa através de microscópio. As mais recorrentes nas madeiras são: textura fina, média, grossa e a fibrosa.

O brilho natural, mais uma propriedade organoléptica, devem ser observados na superfície longitudinal do cerne, livre de verniz ou cera. Geralmente a face longitudinal radial é mais reluzente, devido ao efeito “espelhado” das faixas horizontais dos raios.

A massa específica da madeira (ou densidade) é uma propriedade física de grande interesse e importância na área de tecnologia da madeira, pois dela (da densidade) depende suas propriedades tecnológicas. A densidade de uma madeira é de grande valor na identificação e distinção de madeiras, sua classificação pode ser em “leves” (madeira de baixa densidade) e “pesadas” (madeira de alta densidade). (BOTOSSO, p. 19, 2009).

Figura 26 - Amostra da madeira do mandacaru para análise organoléptica



Fonte: Acervo da autora – Salvador (Ba), 2013.

Deste modo, conforme base nos estudos de Botosso (2009) realizou-se a identificação das propriedades organolépticas da madeira do mandacaru a partir de uma amostra que pode ser visualizadas na (Figura 26), sendo estabelecidas suas propriedades organolépticas, conforme percebida através dos sentidos da autora (visão, paladar, tato e olfato) e organizada na Tabela 2.

Tabela 2 - Propriedades Organolépticas

PROPRIEDADES ORGANOLÉPTICAS DA MADEIRA DO MANDACARU					
COR	ODOR/SABOR	BRILHO	TEXTURA	DESENHO	DENSIDADE
A intensidade da coloração varia do amarelo pálido ao esbranquiçado.	Indistinto - não apresentando odor desagradável, não foi associado nenhum sabor, pois não foi percebido sabor amargo nem adocicado. Pode-se caracterizar como inodoro e insípido.	Medianamente lustrosa.	Apresenta textura lisa ao tato, uniforme e reta, fina, macia.	Apresenta um conjunto de desenhos com formas irregulares que varia de tamanho e espessura.	Leve - madeira de baixa densidade.

Fonte: Concepção da autora – Salvador (Ba), 2016.

Após verificar as propriedades organolépticas (Tabela 2), foram realizados alguns testes de usinagem para verificar a resistência ao corte com ferramentas elétrica: serra circular de bancada, serra fita horizontal, serra esquadria (Figura 27); e manual: serra de calar (Figura 28), goiva; e processo de furação: furadeira.

Para obter resultados satisfatórios com a madeira no processo de fabricação, é importante conhecer a relação da madeira com os processos básicos de usinagem.

Figura 27 - Usinagem ferramenta elétrica

CORTE COM SERRA ELÉTRICA		
		
Serra circular de bancada	Serra fita horizontal	Serra esquadria

Fonte: Acervo da autora – Salvador (Ba), 2013.

Figura 28 - Testes com serra de calar



Fonte: Acervo da autora – Salvador (Ba), 2016.

Os testes realizados com serra de calar, não teve resultado satisfatório, pois a madeira encontrava-se ressecada, resultando em fratura de algumas peças.

Na (Figura 29), foi realizado teste com pequenas goivas, a qualidade da superfície variava de acordo com a direção do corte da fibra da madeira, mas obteve um resultado satisfatório.

Figura 29 - Manuseio com ferramenta manual



Fonte: Acervo da autora - Salvador (Ba), 2014.

Outro teste realizado foi o processo de furação (Figura 30 a), onde utilizou-se furadeira manual com broca helicoidal para furar a madeira. Foi notado um bom acabamento e precisão do furo, não apresentando rachaduras. Foi fixado aos furos elementos de fixação: parafuso sextavado e arruelas (Figura 30 b).

Figura 30 - Manuseio com ferramenta elétrica



Fonte: Acervo da autora - Salvador (Ba), 2014.

Com os testes apresentados, conclui-se que a madeira apresenta resistência e bom acabamento ao processo de usinagem: cortes, processos de furação, e aos elementos de fixação (parafusos, porcas e arruelas), resultados importantes para entender a ação da ferramenta sobre a madeira.

A fim de obter novas possibilidades de uso com a madeira, foi realizado outro teste de usinagem, o esmerilhamento e polimento manual, para alcançar uma madeira lisa e com brilho (Figura 31). A superfície polida (Figura 32) foi preparada por meio de esmerilhamento com disco de lixa grão 50 e lixa de modelagem até chegar forma desejada. No polimento foi utilizada lixa 180, em seguida lixa 360 para acabamento, massa de polimento de joalheria na cor marrom, e para obter um grau de

espelhamento “brilho” pasta vermelha. A madeira teve um acabamento ao final do processo de polimento sem riscos ou depressões superficiais, e atingiu brilho satisfatório (Figura 32).

Os testes realizados definem seu potencial, suas limitações e seus condicionantes de uso.

Figura 31 - Testes de esmerilhamento e polimento madeira do mandacaru.



Fonte: Acervo da autora – Salvador (Ba), 2015.

Figura 32 - Peças polidas

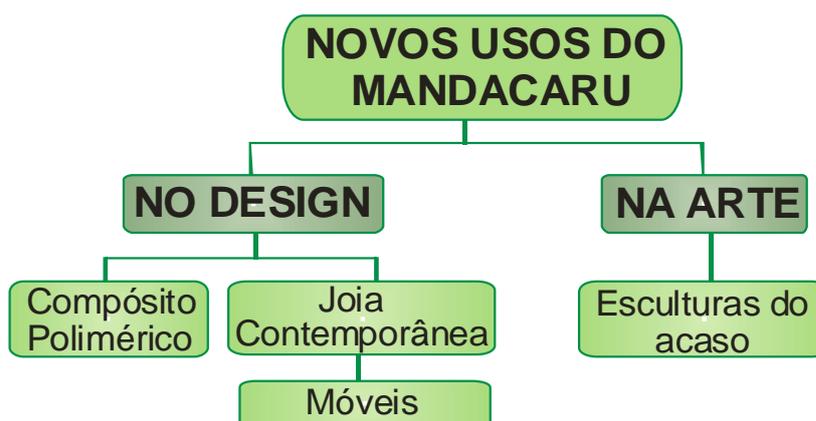


Fonte: Acervo da autora – Salvador (Ba), 2015.

2.5.2 GERANDO NOVOS USOS PARA O MANDACARU

O fluxograma abaixo apresenta novo uso do mandacaru gerado na investigação, em que possibilitou a utilização do mandacaru como material expressivo e alternativo renovável no design e na arte.

Figura 33 - Fluxograma de usos do mandacaru na investigação



Fonte: Concepção da autora – 2016.

2.5.3 A PRODUÇÃO DO COMPÓSITO POLIMÉRICO

Uma nova propriedade de uso foi desenvolvida para a madeira do mandacaru, a utilização da sua fibra como carga matriz, se constituindo em um material alternativo para o desenvolvimento de compósito polimérico. O crescente interesse no uso de fibras naturais no meio científico para preparação de compósitos poliméricos constitui uma alternativa de menor impacto ambiental, já que o Brasil tem se destacado na produção de fibras, tais como: juta, sisal, coco, piaçava, entre outros, porém existe uma grande escassez de estudos científicos sobre a madeira do mandacaru assim como a sua utilização em compósitos poliméricos (LEMOS, 2014). Assim, deve-se destacar uso da fibra natural de origem vegetal, em razão a enorme variedade de plantas disponíveis na biodiversidade brasileira, passíveis de serem pesquisadas, como é o caso do mandacaru (*cereus jamacaru* DC).

Conforme Callister (2012, p. 423) um compósito é um material multifásico que é feito artificialmente, em contraste com um material que ocorre ou que se forma naturalmente. E para produzir uma nova geração de materiais, é possível combinar metais, cerâmicas e polímeros. Assim, a maioria dos compósitos são desenvolvidos para melhorar, através de combinações, algumas características mecânicas, tais como: rigidez, tenacidade e as resistências às condições do ambiente e a temperaturas elevadas.

Lemos (2014) cita que a utilização de compósitos está se tornando cada vez mais comum no mercado, pois originam materiais com propriedades melhores e adequadas a uma determinada aplicação. Assim, conforme o autor, o emprego de fibras vegetais, além de ajudar na fragmentação dos compósitos poliméricos descartados, reduz a quantidade de material polimérico utilizado na fabricação dos mesmos e oferecem a possibilidade de empregar maior valor agregado no produto final em razão da diminuição de custos de sua fabricação, sustentabilidade e renovação, especialmente na indústria, além de apresentarem um impacto ambiental reduzido durante o processamento.

Afirma Marinelli (2008), que grande interesse mundial pelos compósitos com fibras naturais tem surgido para desenvolvimento de novas tecnologias que possibilita a utilização de produtos de menor impacto ambiental. Em especial os plásticos sintéticos tem recebido uma atenção especial principalmente pela sua dificuldade de reciclagem, gerando acúmulo em depósitos, lixões e na própria natureza.

Ainda conforme o autor, a busca de uma solução para esse problema, está sendo realizada em várias pesquisas e trabalhos na área de compósitos poliméricos para garantir à preservação ambiental, em destaque com a utilização de fibras naturais, utilizadas "*in natura*" ou após beneficiamento. Essas se dividem em fibras de origem: animal, vegetal e mineral.

As fibras e cargas naturais vegetais originárias ou não de resíduos, utilizadas como modificadores de polímeros termoplásticos, conforme Marinelli (2008) são:

- Fibras do exterior: kenaf, fique e hemp;

- Fibras nativas brasileiras: coco, juta, sisal, rami, curauá, fibra de bagaço de cana de açúcar e soja;
- Resíduos de madeira: resíduo comercialmente designado farinha de madeira ou pó de madeira;
- Amidos;
- Casca de arroz, trigo e outros cereais.

2.5.3.1 Compósitos Reforçados com Fibras

Os compósitos mais importantes, conforme Callister (2012) são aqueles onde a fase dispersa está na forma de uma fibra. Segundo o autor citado, os objetivos de projeto dos compósitos reforçados com fibra incluem, com frequência, alta resistência específica e módulo específico, os quais correspondem, respectivamente, às razões entre o limite de resistência à tração e o peso específico e entre o módulo de elasticidade e o peso específico.

E ainda, segundo Rosário (2005, apud Amorim, 2011, p. 46): “Compósitos em que a fase dispersa está em forma de fibra, são tecnologicamente mais importantes, pois possuem com frequência, uma alta resistência e/ou rigidez em relação à massa”. Compósitos com reforço de fibras com resistência e módulos específicos bastante altos têm sido constantemente fabricados, com o uso de materiais de baixa massa específica da fibra e da matriz.

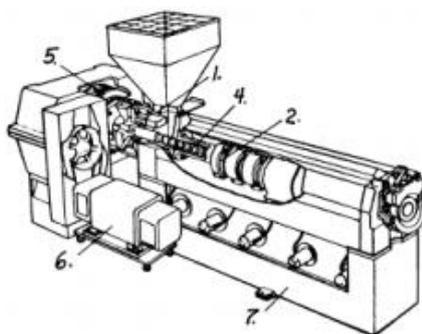
A obtenção de produtos obtidos a partir de compósitos poliméricos geralmente envolve duas etapas: inicialmente o compósito é obtido a partir da mistura entre as fases durante o processo de extrusão e após obtenção do compósito este é injetado para obtenção do produto.

Conforme Lima et al (2014, p. 23)

“A extrusão é um processo contínuo que envolve o transporte, plastificação e mistura de um ou mais materiais. A extrusão é o tipo de processamento mais empregado nas indústrias de transformação de polímeros por ser um

processo contínuo e de larga escala, além de ser um método de baixo impacto ambiental, uma vez que não usa solvente e nem gera resíduos. O processamento por extrusão permite que se faça a incorporação de aditivos, cargas e pigmentos em polímeros assim como a reciclagem dos mesmos. Uma extrusora pode ser mono ou dupla-rosca, ou contra-rotante e interpenetrante ou não-interpenetrante (Figura 33), uma extrusora dupla-rosca é mais adequada para a produção de materiais multicomponentes tais como blendas e compósitos devido ao maior cisalhamento gerado e promover uma melhor mistura entre os componentes presentes na formulação”.

Figura 34 - Extrusora dupla-rosca



Fonte disponível em: http://www2.unifesp.br/home_diadema/eba2014/br/resumos/R0120-1.PDF. Acesso em 14/05/2014.

Figura 35 - Extrusora dupla-rosca utilizada para extrusão do compósito do mandacaru



Fonte: Acervo da autora – Laboratório de Polímero CIMATEC/SENAI, Salvador (Ba), 2014.

Na outra etapa de processamento de produtos obtidos a partir de compósitos utiliza-se o processo de moldagem por injeção. Este tipo de processo é uma adaptação do processo de fundição sob pressão utilizada para metais leves e consiste em forçar o material plástico aquecido, por meio de um êmbolo em uma prensa-cilindro aquecida através de um bocal, até atingir o molde onde o material irá preencher as cavidades ali presentes (ARAÚJO, 2009, p 25).

2.5.4 MATERIAIS

2.5.4.1 Madeira de mandacaru e o extrativismo

As amostras da madeira do mandacaru foram colhidas no Município de Castro Alves-Bahia em 22 de junho de 2014. Para esse trabalho foram usadas amostras da mesma espécie – mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.) (Figuras 36 e 37), coletada no mesmo período, idade da espécie desconhecida, medindo aproximadamente 6,90 m de altura. A amostra foi cortada aproximadamente 30 cm acima do solo – dessa foi retirando uma amostra de 1m e 54 cm, dividido em três partes de 60 cm, 50 cm e 44 cm. Foi usada a amostra para o desenvolvimento do compósito a de 50 cm de comprimento pesando 21,50 kg.

A segunda amostra da madeira do mandacaru (Figura 38) foi colhida na Fazenda da Olaria no Município de Castro-Alves-Bahia na região Beira Campo em 05 de março de 2016. Assim como a primeira amostra, a espécie tem idade desconhecida, e media aproximadamente 4 m de altura.

Figura 36 - Manejo do mandacaru



Fonte: Acervo da autora – Castro Alves (Ba), 2014.

Figura 37 - Manejo do mandacaru



Fonte: Acervo da autora – Castro Alves (Ba), 2014.

Figura 38 - Segunda amostra - manejo do mandacaru



Fonte: Acervo da autora – Castro Alves (Ba), 2016.

Depois de coletadas, foi retirada a casca de forma rudimentar (Figura 39), utilizando uma faca, martelo e uma ponteira.

Figura 39 - Retirada da casca da madeira do mandacaru



Fonte: Acervo da autora – Salvador (Ba), 2014.

Figura 40 - Amostra da madeira sem casca



Fonte: Acervo da autora – Salvador (Ba), 2014.

As amostras foram levadas para a Ferramentaria – Cimatec -Senai, onde com o uso da serra fita horizontal – marca Franho, foi cortada na posição radial em vários tamanhos (Figura 41 a), em seguida no Laboratório Theoprax com uma serra esquadria de marca Dewalt, as amostras tiveram cortes tangenciais em pequenos pedaços (Figura 42) para que em seguida pudessem ser triturados.

Figura 41 - (a) Corte da madeira do mandacaru com serra fita horizontal, (b) serra esquadria

(a)



(b)



Fonte: Acervo da autora - Salvador (Ba), 2014.

Figura 42 - Amostras fatiadas com auxílio da serra esquadria - Dewalt



Fonte: Acervo da autora – Salvador (Ba), 2014.

As amostras depois de fatiadas, foram para a Estufa Palley (Laboratório de Polímero-Cimatec/Senai) sob temperatura de 100°C no período de aproximadamente 24 horas (Figura 43).

Figura 43 - Amostras fatiadas na Estufa Palley



Fonte: Acervo da autora – CIMATEC/SENAI, Salvador (Ba), 2014.

Na etapa seguinte, as amostras fatiadas foram processadas no Moinho Triturador – marca Mecanofar (Figura 44).

Figura 44 - Amostras processada no moinho triturador - marca mecanofar



Fonte: Acervo da autora – CIMATEC/SENAI, Salvador (Ba), 2014.

Depois de triturado o material voltou para a estufa Palley com temperatura de aproximadamente 100°C, onde permaneceu por aproximadamente 24 horas para retirada de umidade (Figura 45).

Figura 45 - Amostras processada na estufa Palley



Fonte: Acervo da autora – CIMATEC/SENAI, Salvador (Ba), 2014.

Como matriz do compósito foi utilizado o PEAD (polietileno de alta densidade) e para promover a adesão entre as fases, polímero e fibra, foi utilizado um compatibilizante de nome comercial OREVAC.

Para obter um estudo comparativo entre o uso da madeira do mandacaru, como material alternativo para o desenvolvimento do compósito polimérico com outra fibra, a fim de constatar a vantagem do seu uso, foi escolhido à madeira do eucalipto, descrito a seguir.

2.5.4.2 Madeira do eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

O resíduo de madeira do eucalipto foi disponibilizado pela Venturoli. Conforme a Venturoli - O eucalipto tem excelente característica físico-mecânica e ganha longa durabilidade com o tratamento industrial (Autoclave) e normatizado. Ele é indicado para vigas, caibros e peças estruturais.

A madeira de eucalipto caracteriza-se pela sua alta densidade e durabilidade, assim como pelas suas boas propriedades mecânicas e resistência ao impacto. A madeira de eucalipto é classificada como madeira dura, por ser proveniente de uma folhosa.

2.5.4.3 Matriz - PEAD (Polietileno de Alta Densidade)

Como matriz dos compósitos desenvolvidos, utilizou-se o polietileno de alta densidade de grade comercial IA-59. Conforme ficha técnica do fabricante, a resina IA-59 é um homopolímero, produzida pelo processo solução, para moldagem por injeção. Pode apresentar elevada rigidez e resistência ao impacto, associando boa processabilidade e baixo empenamento. Contém aditivo antioxidante (Ficha Técnica Braskem, 2007).

2.5.4.4 Compatibilizante - OREVAC CA 167

Utilizou-se como compatibilizante o Orevac CA 167, este aditivo é produzido em polímeros à base de anidrido maléico para compatibilização de polietileno e partículas de madeira a ser utilizado especificamente em compósito de matriz termoplástica e partículas de madeira. Sua concepção tem como objetivo proporcionar melhor adesão entre as fases do compósito.

A concentração do Orevac utilizada foi sugerida pelo fabricante que indica a utilização de 10% do total de carga.

2.5.4.5 Formulações dos Compósitos

O processamento do compósito foi realizado no Laboratório de Polímero do CIMATEC/SENAI. As amostras com fibra da madeira do mandacaru e de eucalipto em forma de grânulo foram misturadas com PEAD 59 puro e com o OREVAC em diferentes concentrações.

Os percentuais escolhidos foram baseados em estudos anteriores realizados no SENAI, sendo assim, foram processadas as seguintes formulações:

Tabela 3 - Formulações para processamento do compósito

FORMULAÇÕES				
	POLÍMERO	MANDACARU	EUCALIPTO	COMPATIBILIZANTE
PURO	100%	-	-	-
F1	78%	20%	-	2%
F2	56%	40%	-	4%
F3	78%	-	20%	2%
F4	56%	-	40%	4%

Fonte: Concepção da autora – CIMATEC/SENAI, Salvador (Ba), 11/12/2014.

2.5.4.6 Obtenção dos compósitos

Foram produzidos, em extrusora dupla rosca, compósitos com matriz termoplástica e duas concentrações de madeira de mandacaru e eucalipto.

A extrusão foi realizada no Laboratório de Polímero – Cimatec/Senai, numa extrusora dupla rosca co-rotante. Nas condições de processamento de extrusão, conforme processamento abaixo:

Perfil de temperatura Z1 e Z2 = 140°C; Z3= 145°C; Z4= 155°C; Z5 e Z6= 160°C; Z7 e Z8 = 155°C; Z9= 160°C; Z10 = 155°C e Z11=155°C.

Rotação da rosca (rpm) 130

As imagens abaixo mostram o processo de extrusão desde a alimentação das fibras na extrusora (Figura 46 b), passando pelo tanque de resfriamento (Figura 47) ao granulador (Figura 48 a), para depois serem pesadas, armazenadas e para em seguida ser injetada (Figura 49).

Figura 46 - (a) Amostras pesadas (kg), (b) alimentação no canhão da extrusora

(a)



(b)



Fonte: Acervo da autora – Laboratório de Polímero/CIMATEC-SENAI, Salvador (Ba), 2014.

Figura 47 - (a) Processo de extrusão, (b) tanque de resfriamento

(a)



(b)



Fonte: Acervo da autora – Laboratório de Polímero/CIMATEC-SENAI, Salvador (Ba), 2014.

Figura 48 - (a) Fibra sendo encaminhada para o granulador, (b) pellets

(a)



(b)



Fonte: Acervo da autora – Laboratório de Polímero/CIMATEC-SENAI, Salvador (Ba), 2014.

2.5.4.7 Injeção dos corpos de prova

Depois de realizado o processo de extrusão, o material extrudado foi moldado por um processo conhecido como moldagem por injeção (Figura 49 a) para confecção dos corpos de prova (Figura 49 b).

Figura 49 - (a) Injetora, (b) corpo de prova compósito de mandacaru

(a)



(b)



Fonte: Acervo da autora – Laboratório de Polímero/CIMATEC-SENAI, Salvador (Ba), 2014.

Antes da injeção, os compósitos foram secos em estufa palley (Laboratório de Polímero-Cimatec/Senai) sob temperatura de 80°C, no período de aproximadamente 24 horas. As fibras foram injetadas numa Injetora Romi de Modelo Primax – 100R (Figura 48 a). As condições de injeção estão descritas abaixo.

- Pressão de injeção: Variando em 700 e 1000Bar
- Temperatura da massa: Variando em 150° a 190°C
- Volume injetado: 50 cm³
- Tempo de ciclo: Variando de 50 a 55 s.

2.5.4.8 Caracterização dos compósitos

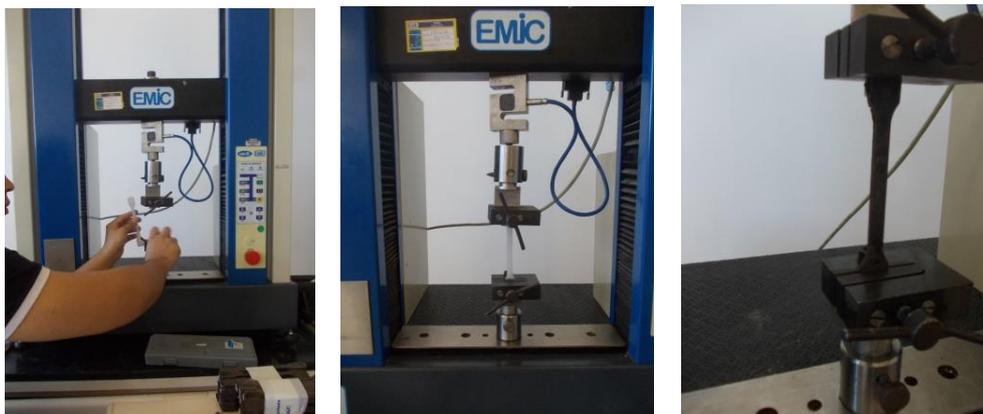
Os compósitos com mandacaru e o eucalipto foram caracterizados através das propriedades mecânicas sob tração, flexão. Determinou-se também a densidade e a capacidade de absorção de água e avaliou-se a morfologia dos compósitos através de microscopia eletrônica de varredura (MEV).

2.5.4.9 Propriedades mecânicas sob tração e flexão

Os testes de tração e flexão foram realizados em Máquina Universal de ensaios EMIC (Figura 50), modelo DL 2000, de acordo com Norma ISO 527 para tração e ISO 178 para flexão.

Para realização dos testes de tração e flexão, foram utilizadas 5 amostras de corpo de prova do PEAD, compósito de madeira de eucalipto 20% e 40%, compósito de mandacaru 20% e 40%, com procedimentos e dimensões especificados pela Norma ISO 527.

Figura 50 - Testes de tração do compósito do eucalipto e PEAD



Fonte: Acervo da autora - SENAI-CIMATEC (Ba), 2014.

Figura 51 - (a) Testes de tração compósito do mandacaru, (b) corpo de prova rompido

(a)

(b)

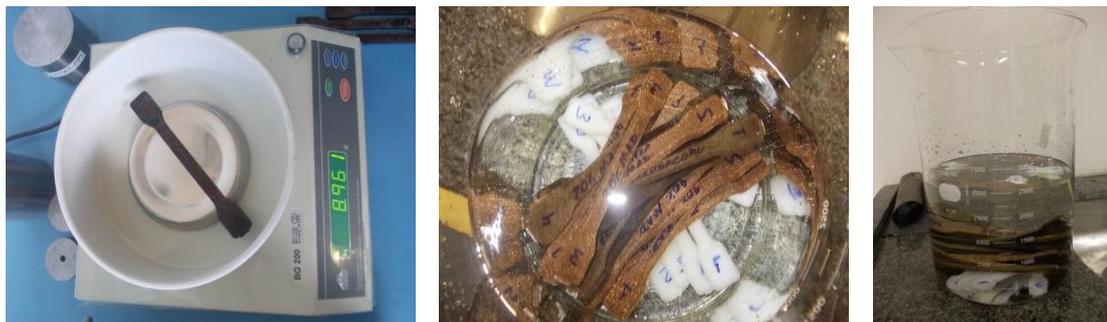


Fonte: Acervo da autora - CIMATEC-SENAI (Ba), 2014.

2.5.4.10 Absorção de Água

Foram realizados os testes de absorção nas amostras: PEAD, compósito de eucalipto com 20% e 40% e do compósito do mandacaru 20% e 40%, conforme (Figura 52). Os corpos de prova foram medidos, pesados e imersos em água destilada (temperatura ambiente).

Figura 52 - Testes de absorção compósito do mandacaru



Fonte: Acervo da autora – CIMATEC-SENAI, Salvador (Ba), 2014.

2.5.4.11 Densidade

A metodologia para a determinação de densidade foi determinada de acordo com a Norma 792, seguindo o princípio de Arquimedes. Equipamento utilizado DSL 910 – Medidor de Densidade.

2.5.4.12 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A morfologia do mandacaru e da superfície de fratura dos compósitos foi caracterizada através de microscopia eletrônica de varredura. Utilizou-se um microscópio eletrônico de varredura (MEV) da marca Joel, modelo JSM-6510LV.

2.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

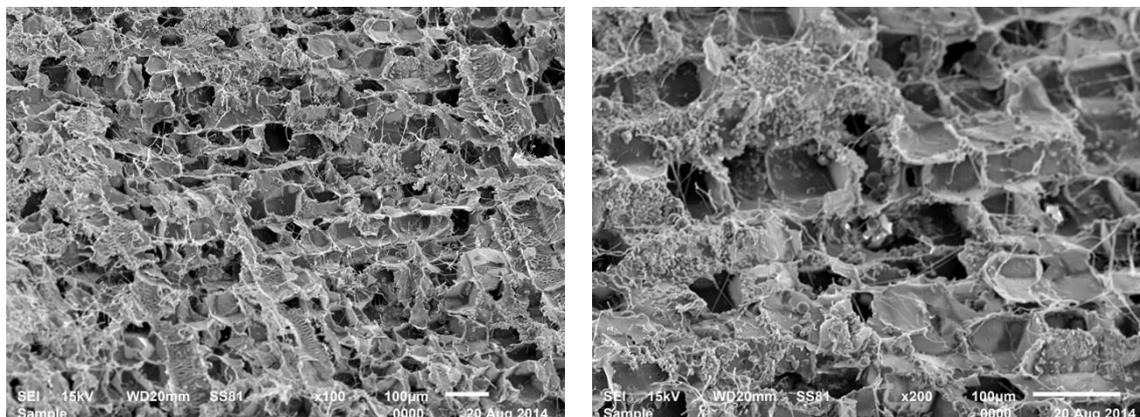
2.6.1 Morfologia do Mandacaru

Não foram encontradas na bibliografia trabalhos que relacionam a madeira de mandacaru com a produção de compósitos poliméricos. Sendo assim, por se tratar de um trabalho pioneiro, realizou-se uma análise morfológica da madeira de mandacaru antes da produção dos compósitos utilizando um microscópio eletrônico de varredura.

Através da microscopia é possível observar que a madeira de mandacaru apresenta uma superfície porosa (Figura 53), com vazios de tamanhos relativamente regulares,

o que pode alterar a densidade da fibra e conseqüentemente do compósito analisado.

Figura 53 - Morfologia da superfície da madeira de mandacaru



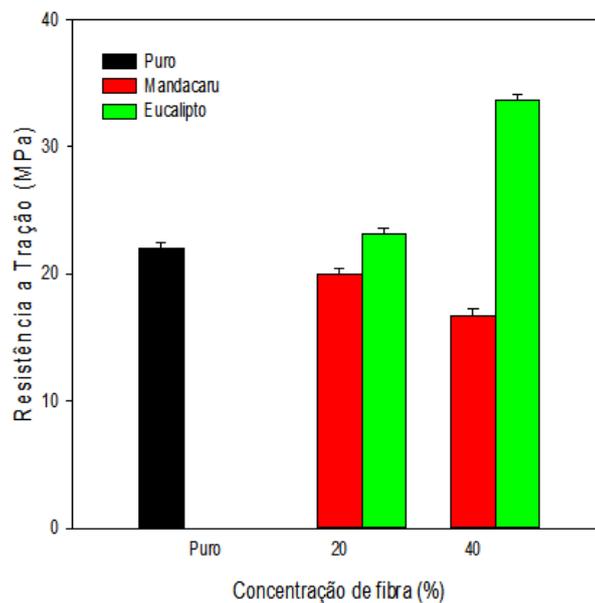
Fonte: Acervo da autora – CIMATEC/SENAI, Salvador (Ba), 2014.

2.6.2 Propriedades Mecânicas

Na (Figura 54) temos os resultados de Resistência a Tração para o polímero puro e as formulações estudadas. Verifica-se que os compósitos com mandacaru apresentam resistência inferior aos compósitos com eucalipto. Quando comparado com o polímero puro, existe uma redução de 10% da resistência à tração do compósito com 20% de mandacaru. Para o compósito com 40% está redução é de 27%.

Os compósitos com eucalipto apresentam resistência à tração superior ao polímero puro e aos compósitos com mandacaru. A formulação com 40% de eucalipto apresentou um acréscimo de 50% na resistência a tração quando comparado com o polímero puro. Possivelmente, a presença do compatibilizante não tenha sido eficaz nos compósitos com mandacaru, a interface entre as fases foi fraca não ocorrendo o ancoramento e conseqüentemente reduzindo as propriedades mecânicas.

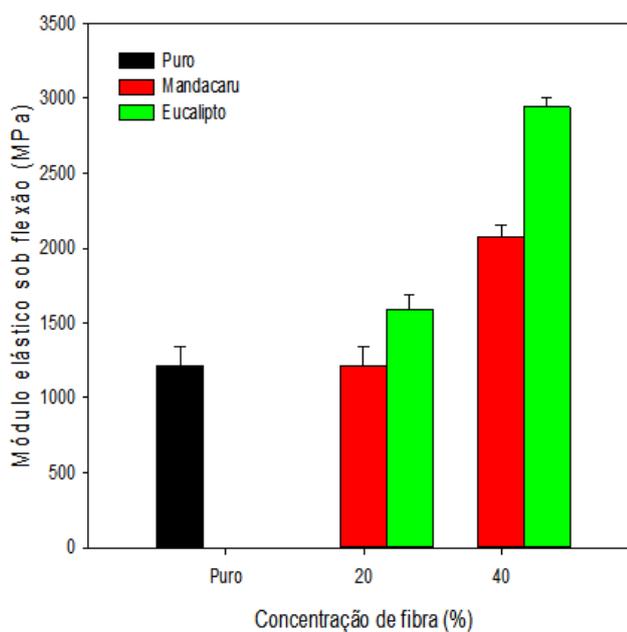
Figura 54 - Resistência a tração dos compósitos analisados



Fonte: Joyce Azevedo – CIMATEC/SENAI, Salvador (Ba), 2014.

A (Figura 55) apresenta o Módulo elástico sob flexão das formulações analisadas.

Figura 55 - Módulo elástico sob flexão dos compósitos analisados



Fonte: Joyce Azevedo – CIMATEC/SENAI, Salvador (Ba), 2014.

Observa-se que a rigidez dos compósitos com eucalipto é maior que o polímero puro e dos compósitos de mandacaru. O compósito com 20% de mandacaru apresenta um aumento de 8% no módulo elástico quando comparado ao polímero puro. Com 40% de mandacaru esta propriedade é 36% maior que o polímero puro.

Com eucalipto verifica-se um aumento de 113% no módulo elástico da formulação com 40% de madeira quando comparada ao polímero puro. Este comportamento pode estar associado à rigidez da fibra.

O módulo elástico é uma medida indireta da rigidez do material. Quanto maior o módulo elástico menor a deformação sofrida pelo material quando submetido a alguma tensão mecânica. Partículas de elevada rigidez, quando adicionadas em uma matriz polimérica, durante a produção de um compósito, pode restringir a mobilidade e a deformação da matriz resultando no aumento da rigidez e do módulo elástico do material (AZEVEDO, 2013).

Como observado na morfologia da fibra de mandacaru (Figura 53), esta apresenta uma estrutura porosa com vazios que podem contribuir para a redução da rigidez do material.

De maneira geral, as propriedades mecânicas analisadas indicam que os compósitos com mandacaru não são tão rígidos como os compósitos com eucalipto. No entanto, a resistência à tração não foi influenciada pelo aumento de concentração da fibra nos compósitos de mandacaru. O que pode indicar que o mandacaru seja apenas uma carga de enchimento, ou seja, aumenta a rigidez e não melhora as propriedades mecânicas.

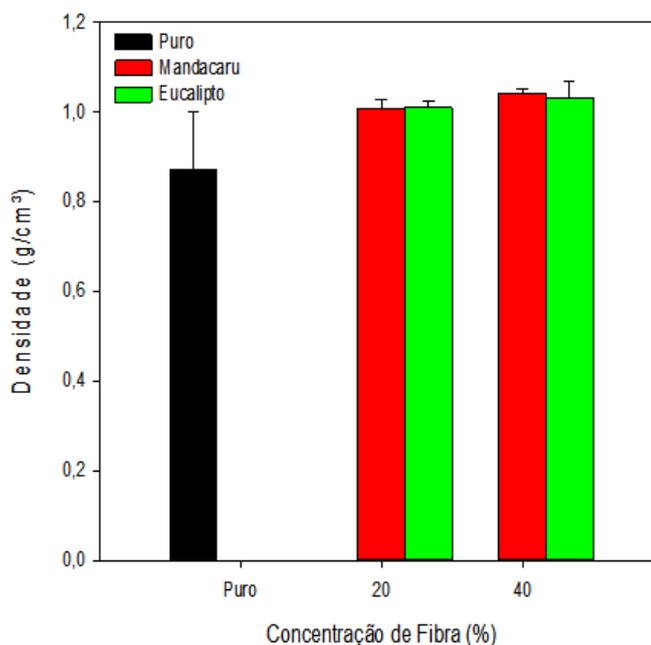
A adição de 20% de mandacaru não influenciou significativamente as propriedades dos compósitos quando comparado com o polímero puro. Com 40% de mandacaru já existe uma variação mais significativa das propriedades

2.6.3 Densidade

Conforme pesquisa realizada no CIMATEC/SENAI – a (Figura 56) mostra os resultados obtidos na determinação de densidade dos compósitos analisados. Verifica-se um aumento de densidade nos compósitos quando comparado com o polímero puro, este aumento foi de aproximadamente 15% para todas as formulações analisadas. Não existe diferença significativa entre a densidade dos compósitos com madeira de eucalipto e madeira de mandacaru nas duas concentrações de fibras analisadas.

Devido à estrutura morfológica apresentada pelo mandacaru esperava-se uma densidade menor para os compósitos com esta fibra. Estudos aprofundados sobre a composição da fibra devem ser realizados futuramente para complementar esta análise.

Figura 56 - Densidade dos compósitos analisados



Fonte: Joyce Azevedo – CIMATEC/SENAI, Salvador (Ba), 2014.

2.6.4 Absorção de Água

A (Figura 57) mostra a Curva de Absorção, Absorção de água (%) x Tempo de imersão (h) dos compósitos analisados. O compósito com 20% de madeira de eucalipto foi o que mais absorveu água chegando a 5,5% em 2 dias. A amostra com 40% de eucalipto absorveu 45% de água e saturou no primeiro dia de ensaio.

As amostras com 20% mandacaru apresentaram uma absorção de 3,8% sendo que, assim como o compósito com 20% de farinha de madeira, saturou também em 48 horas. O compósito com 40% de madeira de mandacaru não saturou no tempo do ensaio, atingindo em 72 horas uma absorção de 5%.

Este comportamento não era o esperado, os compósitos com maior concentração de fibra deveriam ter apresentado maior absorção de água devido ao caráter hidrofílico que as fibras naturais possuem.

A menor absorção de água observada nos compósitos com madeira de mandacaru deve-se a baixa concentração de celulose e hemicelulose presente na madeira de mandacaru como apresentado na Tabela 4.

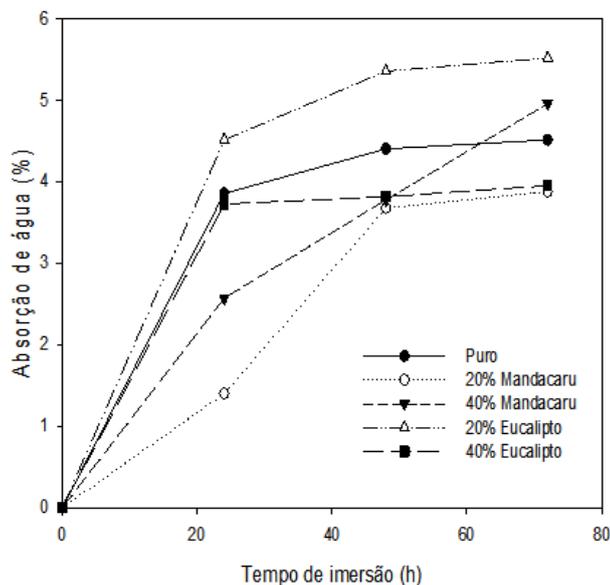
Tabela 4 - Comparação da Composição Química do Eucalipto e Mandacaru*

	Eucalipto	Mandacaru
Celulose	64,1%	12,8%
Lignina	0,8%	2,6%
Hemicelulose	18,3%	5,3%
Outros componentes	16,8%	79,3%

*Considerou-se a média dos valores citados na Tabela 1.

Fonte: Targino, 2011, p. 34.

Figura 57 - Curva de Absorção



Fonte: Joyce Azevedo – CIMATEC/SENAI, Salvador (Ba), 2014.

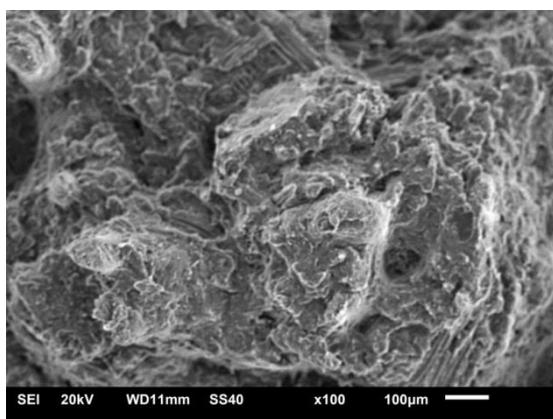
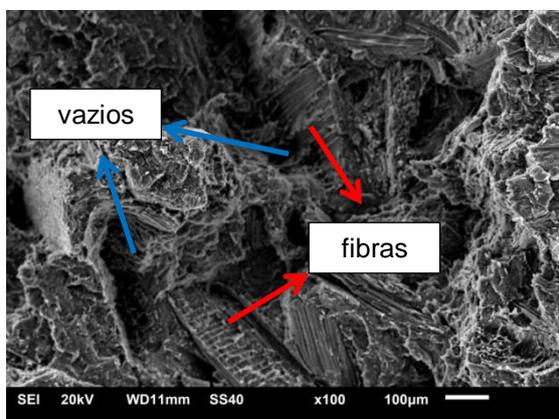
2.6.5 Microscopia eletrônica por varredura (MEV)

As Figuras 58 a 60 apresentam as fotomicrografias dos compósitos de PEAD com madeira de eucalipto e madeira de mandacaru.

Figura 58 - Micrografias de compósitos PEAD/Farinha de madeira de mandacaru: (a) 20% mandacaru; (b) 40% mandacaru

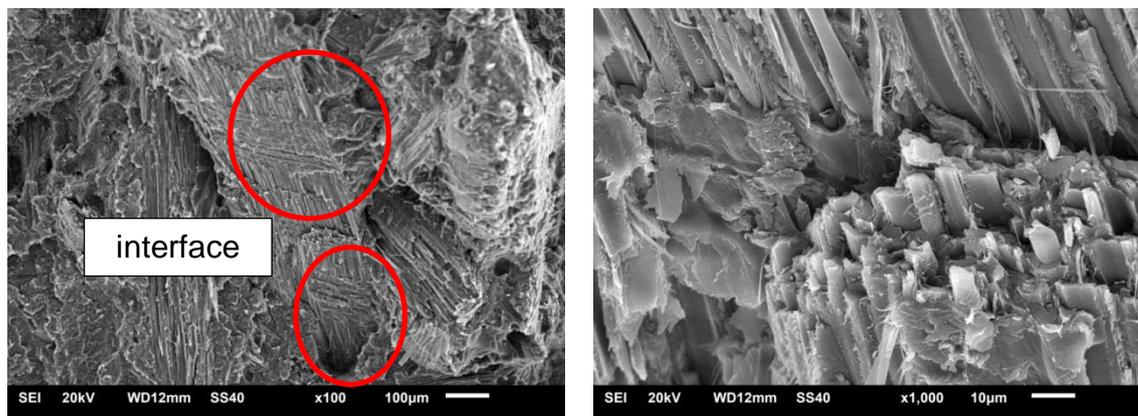
(a)

(b)



Fonte: Acervo da autora – CIMATEC/SENAI, Salvador (Ba), 2014.

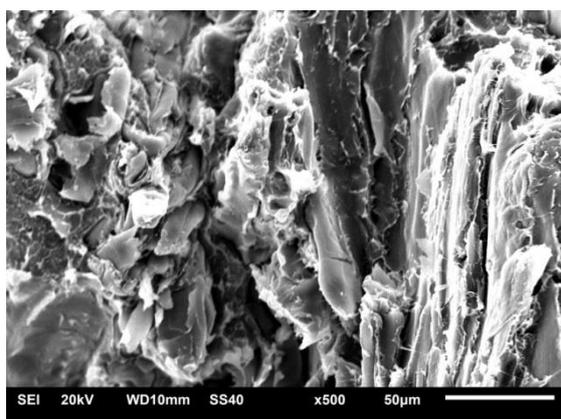
Figura 59 - Micrografias de compósito com PEAD/40% de Farinha de Eucalipto



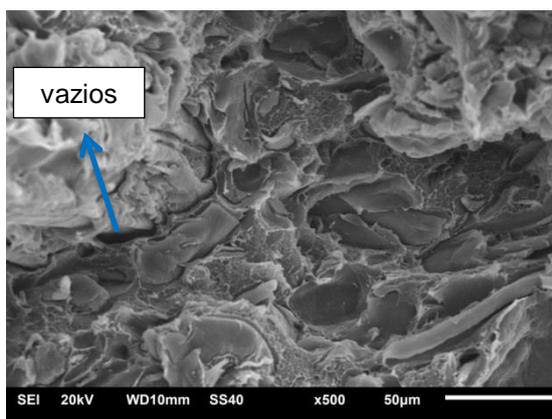
Fonte: Acervo da autora – CIMATEC/SENAI, Salvador (Ba), 2014.

Figura 60 - Micrografias do compósito PEAD/Farina de madeira de mandacaru: (a) 20% mandacaru; (b) 40% mandacaru

(a)



(b)



Fonte: Acervo da autora – CIMATEC/SENAI, Salvador (Ba), 2014.

Conforme as pesquisas realizadas SENAI-CIMATEC - foram analisadas as micrografias de uma forma geral, observa-se a presença de vazios com conseqüente fraca adesão entre as fibras e a matriz polimérica (Figura 58), mesmo com a inclusão do anidrido maleico. Apenas na composição com 40% de eucalipto observa-se uma boa adesão entre as fases (Figura 59), nesta composição verifica-se um bom ancoramento entre o polímero e a fibra o que resultou em melhores propriedades mecânicas. Nesta composição foi observado um acréscimo de 50% na resistência a tração quando comparado com o polímero puro.

Os compósitos com madeira de mandacaru (Figura 60) apresentam uma melhor distribuição. No entanto, a interface entre as fases é fraca. Observa-se uma maior concentração de vazios, o que pode estar associado à composição química da fibra de mandacaru (menor teores de hidroxilas), impedindo um efeito mais eficaz do compatibilizante.

As análises realizadas chegaram a seguinte conclusão: A caracterização das propriedades mecânicas dos compósitos com Mandacaru mostrou que o aumento da concentração da madeira de Mandacaru resulta no aumento da rigidez do compósito, mas, no entanto, a resistência à tração não foi influenciada, indicando que a madeira de mandacaru pode atuar como uma carga de enchimento.

O estudo comparativo das propriedades dos compósitos com Madeira de Mandacaru e Madeira de Eucalipto mostraram melhores resultados para os materiais obtidos com Eucalipto. Assim, esse resultado pode ter sido influenciado pela composição química das madeiras e a afinidade como anidrido maléico, utilizado como agente de compatibilização entre as fases. A densidade dos compósitos não é influenciada pelo tipo de madeira ou concentração.

Verificou-se de maneira geral, em uma análise comparativa entre o mandacaru, eucalipto e o PEAD puro, que existe vantagem do uso da fibra do mandacaru como carga de enchimento, devido ao mandacaru possuir excelentes características como fácil crescimento, fácil cultivo, manejo e baixo custo. No item 3, será descrito outras possibilidades de uso do mandacaru *in natura* e em compósito, onde será explorado como material expressivo no desenvolvimento de peças de design e de arte.

3. MANDACARU – O ACASO E A JOIA EM UMA SÓ LINHA

O mandacaru como dito anteriormente tem apresentado uma infinidade de formas e possibilidades de aplicações. Este trabalho traz novas perspectivas para seu uso no *design* e na arte, após testar as potencialidades de transformação da sua madeira tanto em *in natura* quanto como carga de enchimento em compósito polimérico, foi possível observar que o material permite transformá-lo em objetos expressivos e com qualidade estética, possibilitando a criação/produção de objetos de grande potencial expressivo.

Os produtos obtidos decorrentes do processo de produção de um compósito polimérico, cuja fibra de reforço foi à madeira do mandacaru em forma de grânulos, associado à matriz PEAD 59 puro (polietileno de alta densidade) e OREVAC – finalizado através da máquina extrusora, com dupla rosca, foi posteriormente usado como matéria prima para desenvolvimento de joias, que teve o acaso como reflexão e inspiração para a criação e construção do seu design.

O resultado da extrusão do compósito, ou seja, a sua saída dos bicos da extrusora para o tanque de resfriamento (Figura 61) provocou inquietações e reflexões, ideias suscitadas na autora se materializaram em produtos, tendo como inspiração formas do acaso (Figura 62), gerado pelo próprio processo produtivo, sem intencionalidade prévia.

Assim, o acaso abriu novas possibilidades a serem exploradas, materializando uma ideia através de elementos do acaso que aflorou de imediata o surgimento da joia em uma linha, primeira ideia utilizando o compósito polimérico do mandacaru.

Figura 61 - Extrusão do compósito - tanque de resfriamento / granulador



Fonte: Acervo da autora - Salvador (Ba), 2014.

Portanto, o compósito de mandacaru abre uma série de possibilidades para seu uso no design de joias de maneira inovadora, onde foi explorada a qualidade estética do material, através do seu processo de fabricação e com isso o objeto de pesquisa se impõe e exige que, seja investigada a temática “Acaso” na Arte e no Design.

3.1 O ACASO

Conforme Campos (2005), no século XX, nas artes modernas, diversas vertentes foram marcadas pelo uso deliberado do acaso como recurso e ferramenta para a experimentação e descoberta de novas formas de expressão visual. E no campo do design, notadamente pouco afeito à improvisação devido ao compromisso e à responsabilidade em relação a uma previsão dos resultados funcionais de seus produtos, o acaso tem aparecido na produção de alguns autores, sobretudo daqueles que se dedicam a produtos gráficos.

Campos (2005), afirma que o acaso pode introduzir (ou reafirmar) na dinâmica de produção, um modo de dialogar com o que está além do universo criativo ou referencial do autor, ou seja, com aquilo que ele não alcança, ao menos de forma

consciente. Assim, a inserção do acaso na atividade projetual, como exercício de liberdade criativa que acolhe a tensão de transitar entre as fronteiras do controle e do descontrole, ou ainda, do previsível e do imprevisível, decorre por estimular procedimentos moldados na aceitação da incerteza.

Quintão et al (2012), cita que durante um longo período na história do design, em que o grande objetivo era produção em massa, para quantidades cada vez maiores de consumidores, procurou-se suprimir do produto final o que era aleatório e inesperado. Porém, em tempos mais recentes, com o estabelecimento da produção para nichos, e não apenas para a massa consumidora, percebe-se, em grupos específicos, uma retomada da aceitação do acaso no produto final, que passa a ser visto como objeto único. O design, nesse contexto, se aproxima do modo artístico e/ou artesanal de produção. Assim, recorrer ao acaso e à experimentação, possibilita obter resultados renovados, reinventar procedimentos e abrir novas possibilidades e perspectivas a serem exploradas.

Quintão (2012, p. 435), considera que o projeto de um produto envolve o processo de criação, e que eventos imprevisíveis ocorrem a todo o momento, pode-se afirmar que o acaso faz parte também do processo de Design e que ignorar tal fato é ignorar um componente importante desse processo. Um designer, durante a concepção de um novo objeto, pode se deparar com acontecimentos que parecem trazer um novo conhecimento para o projeto.

De qualquer maneira, é importante reforçar que o acaso não surge do nada: ele só ocorre em função do contexto do projeto em andamento, e de uma expectativa, consciente ou não, do próprio designer. Assim, o método e o acaso se alternam e se complementam durante a atividade projetual: o designer, enquanto está envolvido com um projeto, apesar de geralmente obedecer a uma metodologia específica, por vários momentos se depara com a presença do aleatório ou do desconhecido, que pode contribuir de forma positiva para o desenvolvimento e a solução do projeto (QUINTÃO, 2012).

Segundo Campos (2005), um acidente que traz um resultado estético repleto de significações atesta a favorável intervenção do acaso e mostra ainda que, o fato de

haver uma problematização prévia, que requer soluções objetivas, não diminui ou impede a contribuição que o acaso pode oferecer.

Portanto, após traçar algumas reflexões que pudesse auxiliar no desenvolvimento dos objetos com as peças do acaso (Figura 62), em que o produto dialogasse com o usuário, e garantisse formas únicas no ato do uso, surge à linha, o olhar começa a pensar no que vê, face ao objeto que vai fazer nascer o olhar diferenciado. Materializa uma ideia através de elementos do acaso que aflora de imediata alusão ao processo criativo da mente.

Que se inicia, com a quebra do compósito extrudado em forma de macarrão por dois bicos projetando no tanque de resfriamento formas sinuosas, diferentes e imprevisíveis, que remetem as formas elegantes da natureza, que vão se entrelaçando harmonicamente, criadas ao acaso.

Figura 62 - Peças do Acaso - compósito polimérico do mandacaru - Laboratório de Polímero-SENAI/CIMATEC



Fonte: acervo da autora, Salvador (Ba), 2014.

A seguir, algumas imagens que demonstram a aplicabilidade do mandacaru como material expressivo, em suas diversas possibilidades; joias de pellets de compósito de madeira do mandacaru (Figura 63).

3.2 A LINHA

A linha, uma abstração da mente humana, unidimensional matematicamente falando, percebida pelos olhos, mas não tocada pelas mãos, conjunto de pontos tão unidos que se confundem como uma linha contínua. Existe, porém não existe! Representa a forma de expressão mais simples e pura, porém também a mais

dinâmica e variada. Assim, uma simples linha formada por uma sequência de pellets, irá definir a trajetória a ser tomada para o surgimento da joia, onde cada forma será única, conforme as (Figuras 63 (a) a (n)), pois a linha é a forma mais sucinta da infinidade de possibilidades dos movimentos.

Figura 63 - (a, b, c, d, e, f, g, h, i, k, l, m, n); apresentação do protótipo da joia em uma só linha

(a)



(b)



(c)



(d)



Fonte: acervo da autora – Salvador (Ba), 2015.

(g)



(h)



(i)

(j)

(k)

(l)



(m)

(n)



Fonte: acervo da autora – Salvador (Ba), 2016.

Figura 64 - Mandacaru e joia em uma só linha



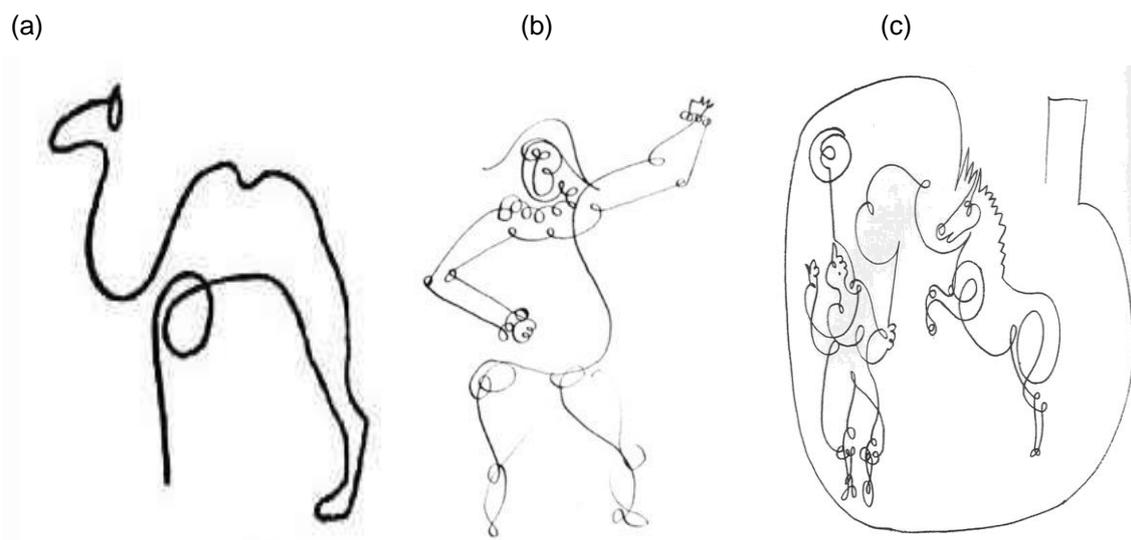
Fonte: acervo da autora - Salvador (BA), 2015.

Assim, a linha de pellets muda de função, com o controle de sua trajetória transforma-se em forma. No livro “Picasso em uma só linha” (Figuras 65 a, b, c), onde o artista utiliza diversos instrumentos, tais como: caneta, nanquim, lápis, creiom, pincel e aquarela em diferentes movimentos e delinea com fascínio e pela força de expressão da linha, a infinita extensão de permutação da linha, surge assim, o desenho em uma única linha: arlequins, pierrôs, artistas de circo, músicos de jazz, bailarinos (GALASSI,1998).

A linha ocupa um lugar significativo, podendo representar com surpreendente fascínio, desenhos com alto nível de abstração e a capacidade de transmitir grande quantidade de informação com o mínimo de recursos. Portanto, a linha elástica de Picasso se move com liberdade a graça dos personagens.

A joia em uma só linha – assim como em Picasso move-se em sua simplicidade, tornando-se complexo em seu manejo e no olhar do seu movimento, ritmo e fusões (GALASSI, 1998).

Figura 65 - (a), (b), (c) Desenhos do livro Picasso em uma só linha



Fonte: GALASSI, Susan Grace (1998)

3.2.1 MATERIAIS E DESENVOLVIMENTO – Joia em uma só linha

3.2.1.1 Joias - breve histórico

No atual cenário do século XXI na produção joalheira é notória uma mudança associada aos materiais usados na produção de joias, isso ocorre tanto por questões simbólicas, como financeiras e estéticas. Atualmente há uma grande variedade de tipos de joias que não obedecem aos critérios tradicionais, produzidas com materiais alternativos que não os metais nobres e as gemas (CERATTI, 2013 p. 9).

Conforme, Ceratti (2013, p.9) essa mudança no valor dos materiais utilizados na joalheria contemporânea se expressa independente dos critérios tradicionais da joia, traz traduções da sociedade contemporânea. Evidenciada por meio do uso de outros

materiais além dos materiais nobres (ouro, prata e gemas) em sua confecção, chamadas de materiais não convencionais, como madeira, polímero, couro, titânio, sementes, tecido. A joalheria contemporânea pode ser entendida pela inserção destes materiais “comuns” na joalheria, com a mistura de ouro e gemas com materiais alternativos.

Personalizar joias adaptáveis e versáteis com materiais alternativos, como o uso do compósito de mandacaru pode ser uma alternativa viável de material sustentável para aplicação ao design industrial, é um material sustentável, o que significa que pode ser produzido de maneira ecológica e com responsabilidade socioeconômica.

Portanto o compósito com mandacaru abre uma série de possibilidade para substituição de materiais para design de joias com forte apelo estético, com requinte e modernidade.

3.2.1.2 Joia em uma só linha

As joias foram produzidas de maneira artesanal (Figura 66), tendo como materiais o fio de aço inoxidável e o metal dourado, material não convencional os pellets de compósito polimérico com mandacaru, furado com auxílio de agulha, e enfileirados um a um no fio de aço, intercalados com pequenos anéis de metal dourado até atingir o tamanho desejado para atender a flexibilidade de uso, conferindo ao usuário várias possibilidades de arranjo sobre as diversas partes de seu corpo.

O fio de aço foi escolhido para compor a produção, devido a sua maleabilidade e durabilidade, portanto, sendo um material maleável será facilmente dobrado e conformado.

Figura 66 - Processo de produção artesanal



Fonte: Acervo da autora - Salvador (BA), 2015.

Para o desenvolvimento da joia tomou-se o acaso como elemento de inspiração, e durante o processo de criação e de experimentações adotou como tema a “joia em uma só linha”, e os resultados podem ser observados nas (Figura 63).

3.2.2 PRODUTOS TESTES COMPÓSITO POLIMÉRICO COM MANDACARU (acaso)

A fim de reaproveitar as pequenas formas geradas pelo processo de extrusão ao “Acaso”, alguns testes foram realizados para o aproveitamento das sobras do compósito. No desenvolvimento de novas peças foi agregado tira de couro (camurça) de 0,5 mm, e elementos como acabamentos e entremeios de bijuterias, na cor dourado. Foram produzidos vários tipos de testes “adornos” (Figuras 67).

Figura 67 - (a, b, c, d) - Alguns testes com compósito.

(a)



(b)



(c)



(d)



Fonte: Acervo da autora - Salvador (BA), 2015.

Figura 68 - Produtos teste com compósito polimérico de mandacaru.



Fonte: acervo da autora - Salvador (BA), 2015.

3.3 Testes com madeira in natura em móveis

Pensando no potencial do mandacaru como matéria-prima renovável, foram realizados testes para um novo uso com a madeira *in natura*, com o seu lenho (Figura 69) cortado no plano transversal ao eixo do tronco para o desenvolvimento de móveis (Figura 69).

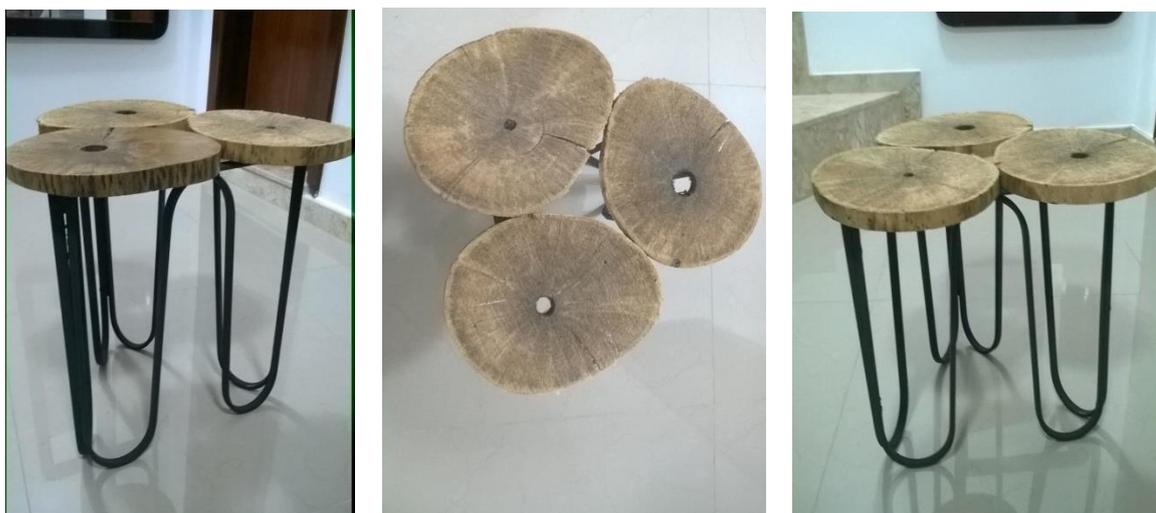
Figura 69 - Madeira do mandacaru cortada no plano transversal ao eixo.



Fonte: Acervo da autora, 2016.

Para o teste, foi utilizado na sua estrutura chapa chata ferro de $\frac{1}{2}$ por $\frac{1}{4}$, a soldagem foi realizada com eletrodo, as estruturas de ferro foram limadas e lixadas, e teve como fundo de proteção o zarcão. A sua base teve três peças da madeira do mandacaru (Figura 70).

Figura 70 - Protótipo do banco mandacaru.



Fonte: Acervo da autora, 2016.

3.4 O ACASO E ARTE

3.4.1 A ARTE E A POÉTICA DO ACASO

Assim como no item anterior, onde é apresentado o compósito polimérico no aproveitamento em design de joias, incorporando o acaso como solução de projeto, neste item apresenta as potencialidades deste material para produção de objetos artísticos, tendo também o acaso como solução de projeto, gerado pelo próprio processo produtivo (Figura 71 (a) (b), 72 a, b, c)).

Alguns testes foram realizados com as formas extrudadas do compósito do mandacaru para a elaboração das produções artísticas que terá como referência a influência do acaso, como mecanismo empregado na construção das obras geradas (Figuras 71, 72)

Figura 71 - (a) Esculturas teste de compósito com mandacaru natural, (b, c, d, e) Esculturas testes de compósito pintadas.

(a)



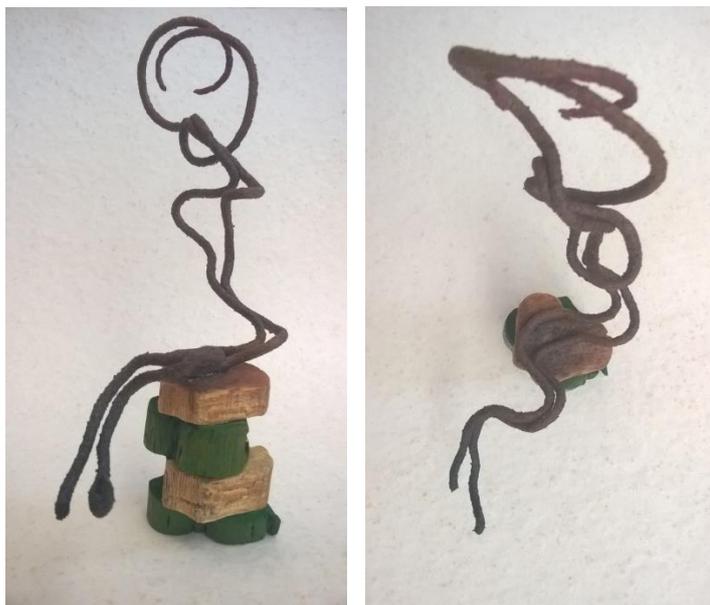
(b)



(c)



(d)



Fonte: Acervo da autora, 2015.

(e)



Fonte: Acervo da autora - Salvador (BA), 2016.

Ferreira (2011) define o acaso como “Conjunto de causas independentes entre si que, por leis ignoradas, determinam um acontecimento qualquer, casualidade, de modo casual; por acaso”.

Assim, no contexto da construção da obra de arte diversas experiências, revelam o seu uso a partir de efetiva incorporação de um acidente, bem como cita Entler (2000), onde uma gota de tinta que escorre na tela, um ruído na gravação de uma música, alguém que passa diante de câmara no momento da foto, pode ser incorporado, e não apenas porque seu resultado não seja satisfatório ou perceptível, mas porque pode realmente apontar um novo caminho para o artista como uma grande solução, podendo ou não ocorrer à negação ou ocultação do acaso como reconhecimento da solução na obra de arte.

No caso das esculturas com o compósito polimérico (Figura 71 e 72), o acaso aponta novas possibilidades expressivas para desenvolvimentos das produções desenvolvidas na investigação, possibilitando criação com as próprias formas do acaso, e agindo como agente catalizador para criação de novas obras a partir das formas geradas casualmente na extrusão.

No campo da arte, um resumo cronológico ajuda a perceber a inserção do acaso, entre diversas experiências, que revelam o seu uso, a literatura relata diversos casos de artistas que usaram o fenômeno do acaso na construção de suas obras de arte.

Entler (2000), afirma a presença do acaso nas pinceladas rápidas dos impressionistas ou no aparente inacabamento das esculturas de Auguste Rodin (1840-1917) ou de Medardo Rosso (1858-1928).

Já no século XV, o grande engenheiro e artista Leonardo da Vinci, descreve o acaso da seguinte forma:

“É maravilhoso ver como o jogo de manchas, por acaso, produz tantas figuras que seriam dignas de um grande pintor (...) eu sei por mim mesmo, por minha própria experiência, quão apropriadas são para estimular o espírito e fazer com que nos ocorram coisas e projetos”.

Como descrito por Leonardo da Vinci, manchas surgidas do acaso, produz figuras dignas de um pintor. Assim ocorre com as peças sinuosas do compósito polimérico do mandacaru, quando extrudado e projetado no tanque de resfriamento, sai do contexto insignificante de peças descartadas no laboratório de polímero e passa a integrar em um novo desejo, ganhando natureza artística, aferido pela percepção do olhar do artista.

Salles (2000), afirma que a percepção artística é um dos momentos que se flagra a ação transformadora, e o instante de apreender qualquer fenômeno, interpretando no mesmo instante que foi vivenciado uma determinada representação. A descoberta poética guardada pelo olhar artístico, faz-se lembrar do relato, conferido a Michelangelo - ele passeando na rua, parou e ficou olhando para uma pedra, quando alguém lhe indagou o que estava olhando, respondeu: “Estou vendo um anjo sentado”. Portanto, a percepção é um movimento caracterizado pela iniciativa da impressão atribuído ao olhar.

Assim, compreendendo o poder criador do acaso, Salles (2014, p. 43) cita Miró (1989) onde ele descreve o nascimento de telas no ato corriqueiro de limpar pincéis, ele atribui valor artístico pelo olhar transformador. Regina Silveira (1939) artista plástica e arte-educadora brasileira comenta sobre o local de uma de suas exposições, conta que achou as janelas muito parecidas com a utilizada por Duchamp em *Fresh Widow*⁹, e, assim, para incorporá-la nas suas criações “foi um pulo”.

Salles (2014) menciona que aceitar a intervenção do imprevisto implica em compreender que o artista poderia ter feito àquela obra de modo diferente, daquele que fez, então no momento e no envolvimento do clima da produção de uma obra, tudo em volta passa a ter olhar do artista transformador, liberando as possibilidades e permitindo a expressão artística.

Para Entler (2000), essas possibilidades de interferência do acaso no processo artístico, nas definições tradicionais da arte, eram negadas ou desconsideradas. O que não ocorreu no século XX, onde o acaso nas artes modernas ofereceu uma

⁹ Fresh Widow é uma versão pequena das portas duplas comumente chamado de uma janela francesa.

produção que recorreu a ele de modo cada vez mais incisivo, como ferramenta para a experimentação e descoberta de novas expressões artísticas, ao contrário também no campo do design, que não era aferido ao acaso experimentações devido ao compromisso com resultados funcionais, como cita Campos (2005) no item 3.1 (O Acaso).

E aparece de forma mais explícita no século XX, dentro das vanguardas europeias, sobretudo no Dadaísmo - movimento que surge de uma reunião em Zurique-Suíça, realizado por artistas intelectuais que eram contra a adesão da primeira guerra, e tinham a intensão de desestabilizar conceitos pré-estabelecido sobre arte.

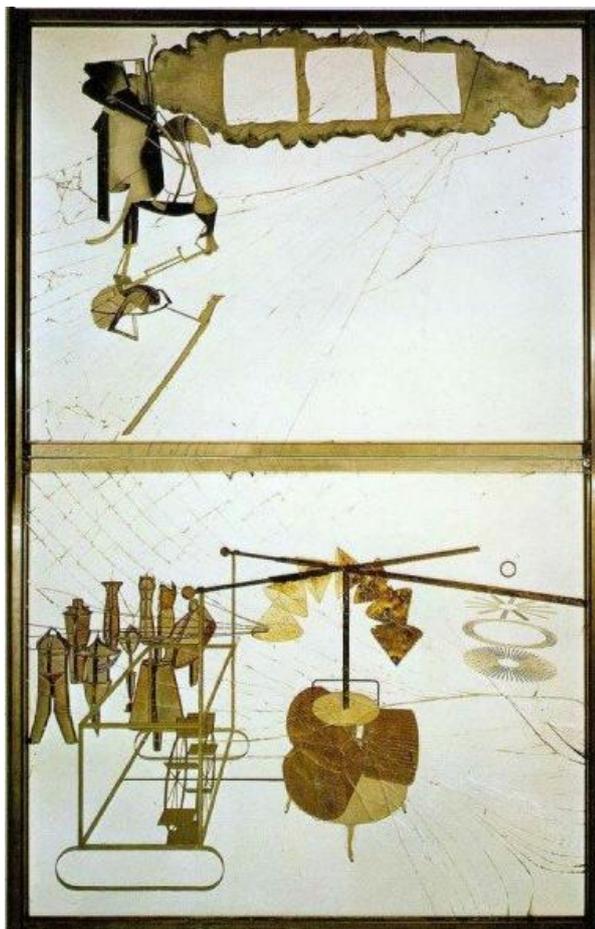
O próprio nome do movimento foi escolhido ao “acaso” por Tristan Tzara, poeta húngaro que o escolheu abrindo aleatoriamente um dicionário, e escolhendo “dadá”, que significa cavalo de pau em francês, a desígnio do dadaísmo era sugerir a criação artística como algo ao “acaso”, que libertassem dos pensamentos racional e lógico, tinha aversão aos valores tradicionais, e para alguns deles, o acaso foi uma forma de afrontamento aos conceitos e valores acadêmicos da arte, podendo ser observado nas pinceladas rápidas do Impressionismo, nos poemas sorteados do dadaísmo, nos *ready-mades* de Duchamp (1887-1968), na escrita automática dos poetas surrealistas, nos movimentos caóticos dos expressionistas abstratos. (ENTLER,2000).

O acaso pode ter ocorrido na história, conforme Entler (1996) em duas situações: uma, onde o acaso é provocado e esperado pelo artista, e em uma segunda situação, é incorporada a partir de um acidente na produção da obra, e o artista resolve introduzir ao trabalho o efeito provocado pelo acaso. Um exemplo dessa incorporação do acaso foi o da obra de Marcel Duchamp em “O Grande Vidro” (Figura 71), citado por Barros (2014, p. 77):

“O Grande Vidro foi definitivamente “inacabado” em 1925, quando, em virtude de acidente, um pedaço do vidro fica rachado e Duchamp aceitou esta rachadura como parte da própria obra. Aliás, este acidente veio a calhar para iluminar ainda mais a obra que viu ressaltada por um golpe de acaso a fragilidade e transparência do suporte. E introduz um novo

questionamento, que é o papel do acaso na elaboração da obra de arte. Dessa forma, muitas coisas interferiam na produção de uma obra de arte para além da mera vontade do artista – desde o acaso até a atuação criadora do espectador ou do fruidor de arte”.

Figura 72 - Marcel Duchamp - O Grande vidro, 1915.

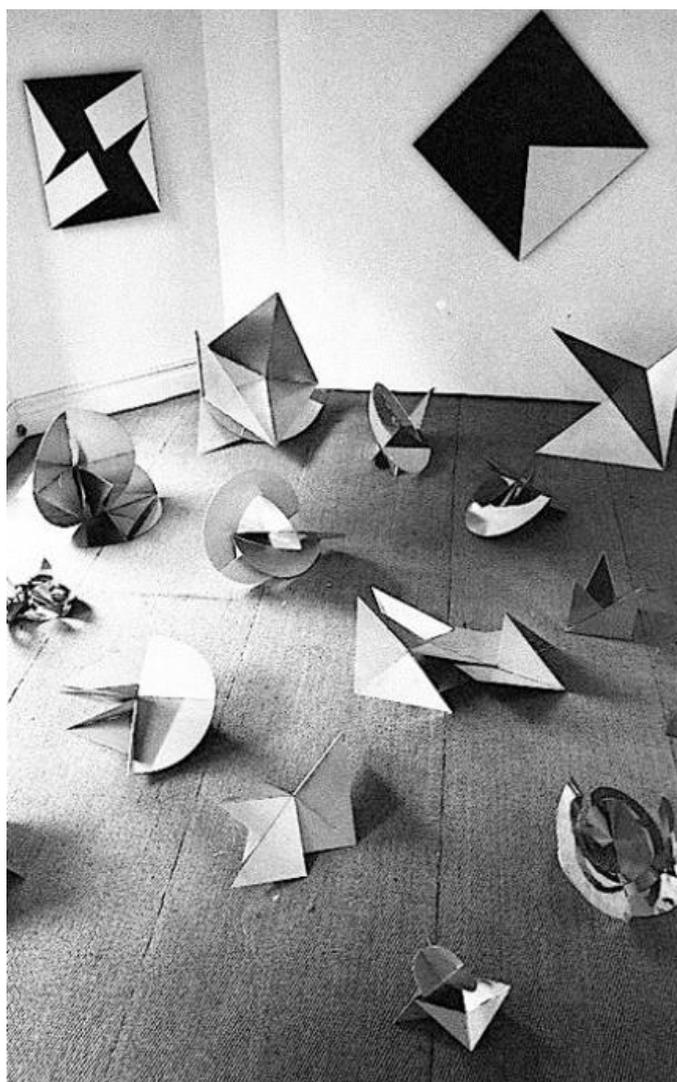


Fonte disponível em: <http://movimentosdahistoria.blogspot.com.br/2011/09/dadaismo.html>. Acesso em 27/04/2016.

Exemplo citado do uso do acaso no “O Grande Vidro” (Figura 72) de Marcel Duchamp, constituída de duas chapas imensas de vidro, decoradas com óleo e fios de chumbo, onde durante o transporte da obra para uma galeria (1926), o vidro se quebrou espalhando fissuras por toda obra. Chamou o imprevisto de parceiro e decretou o trabalho “definitivamente inacabado”. “Não só aceitou a transformação como admitiu o acaso como elemento do processo criativo”, explica Entler (1996).

Existe uma terceira situação, onde o acaso é introduzido - é a da obra aberta, quando o artista deixa espaço para que o público reconfigure a obra de arte. Temos no Brasil, o trabalho de Lygia Clark (1920-1988) onde transfere o caráter de produto final da arte para o “acaso” das experimentações, objetos articulados, chamados “Bichos”¹⁰ (Figura 73), que eram manipuladas pelo público, onde Clark não sabia no que ia dar, pois a obra virava o próprio processo, afirmava ela.

Figura 73 - Bichos - Lygia Clark.



Fonte disponível em: <https://postdujour.wordpress.com/2014/10/13/lygia-clark-2/>. Acesso em 27/04/2016.

¹⁰ “Bichos” - esculturas metálicas articuláveis que propõe a participação do observador, fazendo de sua autora, uma das pioneiras da arte participativa internacionalmente.

Assim, com base nas reflexões, o acaso está essencialmente na própria arte e não apenas em que o transforme num elemento criativo, e sim como elemento novo de estímulo no processo de criação artística (ENTLER, 1996). Portanto, as mesmas reflexões que auxiliou no desenvolvimento das peças de design (joias), materializaram-se também nos objetos artísticos (esculturas), atestando a favorável intervenção direta do acaso nas peças.

4 CONCLUSÃO

Todos os levantamentos apresentados nessa investigação para validar o uso da madeira do mandacaru no desenvolvimento de produtos, demonstram que a metodologia escolhida valida os resultados obtidos, através dos protótipos apresentados e do desenvolvimento do compósito polimérico, assim o objetivo geral da pesquisa foi alcançado.

Este estudo buscou demonstrar as vantagens em investir em culturas xerófilas adaptadas à escassez de água, como proposta de material alternativo renovável para desenvolvimento de produtos de design e arte na substituição de matéria-prima tradicional, pois, o mandacaru desenvolve-se em áreas mais secas, onde não é mais possível o cultivo de lavoura.

Assim, a pesquisa pode-se afirmar, e traz contribuições para a ciência, por se tratar de um trabalho pioneiro, demonstrando a possibilidade de uso da madeira do mandacaru na produção de produtos e pelo crescente interesse do uso de fibras naturais no meio científico. A madeira do mandacaru se constitui em uma nova alternativa de menor impacto ambiental na produção de compósito polimérico, e com atributo socioeconômico, pois proporcionará à comunidade da região do semiárido a oportunidade de sobreviver à custa dos recursos bióticos, suprindo assim suas necessidades, e propondo soluções para problemas do cotidiano, como geração de renda a partir da comercialização da madeira do mandacaru, reduzindo o êxodo rural.

A investigação listou os diversos usos do mandacaru, desde o popular ao industrial, e possibilitou na pesquisa um novo uso da madeira do mandacaru como material expressivo para o design e para arte, usando o acaso como reflexão para a criação, e validando-o como recurso e ferramenta para descobertas e experimentação das novas formas, onde o acaso dialogou no universo criativo e projetual, abrindo fronteiras e estimulando o exercício da liberdade criativa, obtendo resultados inovadores e estéticos.

Os experimentos afirmaram que o acaso faz parte do processo do projeto de design e de arte, pois traz novo conhecimento e contribuiu de forma positiva para o desenvolvimento e solução criativa, podendo ocorrer de forma provocada e esperada pelo artista, ou como “acidente” incorporado ao projeto.

Este trabalho abre a possibilidade de desdobramento em uma pesquisa de doutorado – pois se faz necessário investigar, através de um projeto piloto em uma comunidade localizada no semiárido baiano, o processo de transferência de tecnologia para a produção de artefatos que terão como matéria prima a madeira do mandacaru em sua forma *in natura* e como compósito polimérico, de forma processual e através de metodologias participativas e emancipatórias, em uma unidade de produção para grupos de artesões (ãs) da supracitada região.

Considerando os resultados do desenvolvimento do compósito polimérico com a madeira do mandacaru satisfatório, está em andamento a elaboração de documentos de pedido de patente, em parceria com o SENAI-CIMATEC.

REFERÊNCIAS

AGRA, M.F. Plantas da medicina popular dos Cariris Velhos Paraíba. Cidade: PNE, 1996.

ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino de. Caatinga – Biodiversidade e qualidade de vida. 2001. Disponível em: <http://www.etnobotanicaaplicada.com.br/pt/livros/Caatinga_Biodiversidade_Qualidade_de_Vida.pdf>. Acesso: 15 nov. 2013.

AMÉRICO, Leandro. Eco-Design e a Utilização de Materiais Alternativos Renováveis: o Bambu e sua Inter-relação com o Design. 2009. 2º Simpósio Brasileiro de Design Sustentável (II SBDS). São Paulo. Disponível em: <<http://portal.anhemi.br/sbds/anais/SBDS2009-018.pdf>>. Acesso: 06 ag. 2014.

AMORIM Neto, Tarquino. Estudo de compósitos poliméricos biodegradáveis de poli-hidroxibutirato (PHB), poli-caprolactona (PCL) e pó de madeira. 2011. Dissertação (Mestrado em Gestão e Tecnologia Industrial) - Faculdade de Tecnologia Senai-CIMATEC, Salvador.

ANDRADE, C.T.S.; MARQUES, J.G.W; ZAPPI, D.C. Utilização medicinal de cactáceas por sertanejos baianos. 2001. Disponível em: <http://www.sbpmed.org.br/download/issn_06_2/artigo6_v8_n3.pdf>. Acesso: 05 nov. 2013.

AQUINO, Regina - Desenvolvimento de compósitos de fibras de piaçava da espécie *Attalea funifera* Mart e matriz de resina poliéster. 2003. Tese (Doutorado). Universidade Estadual do Norte Fluminense – Uenf Campos dos Goitacazes – Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/po/v20n3/aop_0539.pdf>. Acesso: 27 mar. 2015.

ARAÚJO, Joyce Rodrigues de. Compósitos de Polietileno de Alta Densidade Reforçados com Fibra de Curauá obtidos por Extrusão e Injeção. 2009. Tese (Mestrado em Química) – Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Química Inorgânica. Campinas. Disponível em:

<<http://biq.iqm.unicamp.br/arquivos/teses/000470731.pdf>>. Acesso: 07 dez. 2014.

AZEVEDO, Joyce Batista. Desenvolvimento e caracterização de compósitos PBAT – amido/casca de arroz. 2013. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia.

BANDEIRA, F.P. Etnobiologia Pankararé. 1993. 95p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia da UFBA, Salvador.

BATISTA, Alberto, et al. - Estudo de Identificação dos Produtos Tradicionais com Tipicidade e Potencialidades Econômicas. 2008. Disponível em:

<<http://www.cetrad.info/static/docs/documentos/115.pdf>>. Acesso 20 nov.2013.

BOTOSSO, Paulo Cesar. Identificação macroscópica de madeiras: guia prático e noções básicas para o seu reconhecimento. 1ª ed. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2009. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/32498/1/Doc194.pdf>. Acesso: janeiro 2016.

CALLISTER, William Jr. - Ciência e Engenharia de Materiais – Uma Introdução. 7 ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda. 2012.

CAMPOS, Belluzzo de. VASCONCELOS, Marco A. F. Acaso e experimentação nos processos de criação: aproximações entre a arte moderna e o design contemporâneo. 2005. Disponível em: < <http://www.esdi.uerj.br/arcos/arcos-05-1/05-1.02.gbcampos-mafvasconcelos-acaso-e-experimentacao.pdf>>. Acesso 30 maio 2016.

CAMPOS, E. Medicina popular do Nordeste. 3.ed. Rio de Janeiro: O Cruzeiro, 1967. 145 p.

CARDOSO, José Romero Araújo. Desertificação no semiárido. 2010. Eco-Debate - Cidadania & Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/>>. Acesso: 05 fev. 2015.

CAVALCANTI, Nilton de Brito. RESENDE, Geraldo Milanez de. Consumo do mandacaru (*cereus jamacaru* p. Dc.) por caprinos na época da seca no semi-árido de Pernambuco. 2016. Revista Caatinga (UFERSA). Disponível em: <file:///C:/Users/Jacqueline/Downloads/99-374-1-PB.pdf>. Acesso: 19 mar. 2015.

CERATTI, Luciana Jacociunas. Design de joias contemporâneas: Soluções leves e versáteis. 2013. Porto Alegre. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/95527/000917875.pdf?sequence=1>. Acesso: 08 maio 2016.

CONTI, José Bueno. O conceito de desertificação. 2009. EcoDebate Cidadania & Meio Ambiente. São Paulo. Disponível em: <http://www.ecodebate.com.br/2009/07/11/o-conceito-de-desertificacao-artigo-de-jose-bueno-conti/>. Acesso: 31 maio 2014.

COSTA-NETO, E.; MORAES, V. The use of medicinal plants in the Country of Tanquinho, State of Bahia, Northeastern, Brazil. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v.2, n.2, p.1-8, 2000.

DAVET, Aline. Estudo Fitoquímico e Biológico do Cacto – *Cereus Jamacaru* De Candolle, Cactaceae. 2005. Tese (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/1921/disserta?sequence=1>>. Acesso: 24 jul. 2014.

DIAS, Suellen Lisboa; et al. Avaliação Mineral do Mandacaru com e sem Espinhos. 2008. II Congresso Norte-Nordeste de Química. Disponível em: <<http://www.annq.org/congresso2008/resumos/Resumos/T48.pdf>>. Acesso: 19 nov. 2013.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/>>. Acesso em 20 nov. 2013.

EMPARN - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. Utilização e manejo do xique-xique e mandacaru como reservas estratégicas de forragem.

2007. Documento 33. Natal-RN. Disponível em: <
<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/EMPARN/DOC/DOC000000000017722.PDF>>.
Acesso: 01 abril 2015.

ENTLER, Ronaldo. Poéticas do Acaso - Acidentes e encontros na Criação Artística. 2000. Tese (Doutorado em Artes) - Universidade de São Paulo.

ENTLER, Ronaldo. Arte e Acaso: Introdução Ao Problema. 1996. Disponível em:
<http://www.iconica.com.br/arteacaso/artigos/ronaldo_entler_arte.html>. Acesso: 11 maio 2015.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Dicionário da língua portuguesa. 6. ed. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira, 2011. ISBN 85-209-0466-1.

GALASSI, Susan Grace. Picasso em uma só linha. 1 ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 1998.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, Fabrício Gomes; et al. Estudo de Algumas Propriedades Mecânicas da Madeira de um Híbrido Clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. 2009. Revista *Árvore*. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010067622009000300012&script=sci_arttext>. Acesso: 23 nov. 2013.

GUERREIRO, W.; ANDRADE, C.T.; MARQUES, J.G. Um estudo de caso da conexão Homem/vegetal (Cactaceae/ Bromeliaceae), no Semiárido Alagoano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ETNOBIOLOGIA E ETNOECOLOGIA, 3., 2000, Piracicaba - SP. Resumos... Piracicaba - SP, 2000.

LE MOS, Alessandra Luiza de. MARTINS, Ricardo M. Desenvolvimento e Caracterização de Compósitos Poliméricos à Base de Poli(Ácido Lático) e Fibras Naturais. 2014. Revista *Polímeros*. Disponível em:

<<http://revistapolimeros.org.br/doi/10.4322/polimeros.2014.047>>. Acesso 07 out. 2014.

LIBERATO, Maria Cândida. Estudo taxonômico de plantas do jardim botânico tropical. Dicotiledóneas dialipétalas de ovário ínfero. 2013. Revista de Ciência Agrária. Disponível em:

<<http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/rca/v31n1/v31n1a22.pdf>>. Acesso: 21 nov. 2013.

LIMA et al. - Utilização do Mandacaru (*Cereus jamacaru*) como Biomassa Adsorvente de Gasolina Presente em Corpos d'água. 2014. Encontro Brasileiro sobre Adsorção – Guarujá - São Paulo. Disponível em:

<http://www2.unifesp.br/home_diadema/eba2014/br/resumos/R0120-1.PDF>.

Acesso em: 3 de março 2015.

L'OCCITANE em Provence. Linha Mandacaru. Disponível em:

<<http://br.loccitane.com/mandacaru,43,2,38222,0.htm>>. Acesso: 14 set. 2013.

LORENZI, Harri. Árvores brasileiras - Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. 5ª ed. São Paulo. Editora Instituto Plantarum. 1995.

LUCENA, C.M.; Costa, G.M.; Sousa, R.F.; Carvalho, T.K.N.; Marreiros, N.A.; Alves, C.A.B.;Pereira, D.D.; Lucena, R.F.P. Uso e conhecimento de cactáceas no município de São Mamede (Paraíba, nordeste do Brasil). 2012. BioFar - Revista de Biologia e Farmácia. Disponível em: < <http://sites.uepb.edu.br/biofar/download/v-especial-2012/USO%20E%20CONHECIMENTO%20DE%20CACT%3%81CEAS%20NO%20MUNIC%3%8DPIO%20DE%20S%3%83O%20MAMEDE%2018-08-2012.pdf>>.

Acesso: 30 de abr. 2015..

LUBISCO, L. M. Nídia; VIEIRA, Chagas Sônia. Manual de Estilo Acadêmico - Monografias, Dissertações e Teses. 2ª ed. Salvador-Ba: EDUFBA. 2003.

MARINELLI, Alessandra L. Desenvolvimento de Compósitos Poliméricos com Fibras Vegetais Naturais da Biodiversidade: Uma Contribuição para a Sustentabilidade Amazônica. 2008. Scielo Brasil. São Carlos-São Paulo. Disponível em:

< <http://www.scielo.br/pdf/po/v18n2/a05v18n2>>. Acesso 11 março 2015.

MENDES, Benedito Vasconcelos. Uma Estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste. Projeto Áridas. Disponível em:

<<http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/brasil/Lists/DocumentosTecnicosAbertos/attachments/597/%81ridasGT1144USOECONSERVA%C3%87%C3%ODABIODIVERSIDADE.pdf>>. Acesso: 03 out. 2013.

MENEZES, Edith Oliveira. Informações, causas da seca, regiões atingidas, foto, falta de chuvas, problemas – Seca no Nordeste. Disponível em:

<http://www.suapesquisa.com/geografia/seca_nordeste.htm>. Acesso: 15 nov. 2013.

MORAES, José Nilton, DRUMOND, Marcos Antônio – Agência Embrapa de Informação Tecnológica - Mandacaru. 2009. Disponível em:

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g79856tg02wx5ok0wtedt39zqb403.html>. Acesso 28 agosto. 2014.

NUNES, Juracy. Mandacaru, um remédio paliativo. 2012. Eco Debate – Cidadania & Meio Ambiente. Disponível em:

<[Http://www.ecodebate.com.br/](http://www.ecodebate.com.br/)>. Acesso: 22 dez. 2012.

OSTROWER, Fayga. Criatividade e Processos de Criação, 30ª ed. Rio de Janeiro: Editora. 2014.

PANTALEÃO, Lucas Farinelli. PINHEIRO, Olympio José. A intuição e o acaso no processo criativo: questões de metodologia para a inovação em design. Disponível em:

<http://www.designemartigos.com.br/wpcontent/uploads/2010/03/A_Intuicao_e_o_Acaso_no_Processo_Criativo.pdf>. Acesso maio 2015.

PEREIRA, Magnum de Sousa; NOGUEIRA, Fuad Pereira; SENA, Liana Maria Mendes. Produção e plantio de mudas nativas da caatinga através de sementes. 2009. Ceará. Disponível em:

<<http://www.acaatinga.org.br/wp-content/uploads/2010/09/Cartilha-producao-mudas1.pdf>>. Acesso 18 nov. de 2013.

QUINTÃO, Fernanda de Souza. TRISKA, Ricardo. PERASSI, Richard. Design como processo complexo: uma reflexão sobre potenciais relações entre acaso, Design e funções dos produtos. Disponível em: <http://www.ceart.udesc.br/dapesquisa/files/9/04/DESIGN_Fernanda_de_Souza_Quintao.pdf>. Acesso maio 2015.

REVISTA DA MADEIRA - Características Intrínsecas da Madeira, ed. 59 - 2001 . Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=4&subject=Caracter%EDsticas&title=Caracter%EDsticas%20Intr%EDnsecas%20da%20Madeira>. Acesso janeiro 2016.

RUDIO, Franz Victor. Introdução de Pesquisa Científica. 15 ed. Petrópolis: Vozes, 1990.

SALLES, Almeida Cecília. Gesto Inacabado - Processo de Criação Artística. 6ª ed. São Paulo: Intermeios Casas de Artes e Livros, 2013.

SILVA, Aline de Oliveira; et al. Caracterização físico química da polpa e casca de frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru*). Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB. Disponível em: <http://editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/Poster_761.pdf>. Acesso: 05 set. 2013.

SILVA, Emanuel da Silva; et al. Plantar árvores para colher fruto. 2011. Groecologia na Barborema. Disponível em: <<http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2011/11/Cartilha-Plantar-%C3%A1rvores-para-colher-o-futuro.pdf>>. Acesso 27 nov. 2013.

SILVA, M. Ecologia das comunidades vegetais da caatinga – prioridades de pesquisa. In: Simpósio sobre Caatinga e sua exploração racional, Brasília. Anais... Brasília-DF, 1986, p.185-8.

SANTOS, Z. I. G. Estudo do comportamento de fratura em compósitos polímero/madeira (WPC's) através do método EWF. Tese de doutorado.

Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande, 2012.

TARGINO, Amorim Neto. Estudo de Compósitos Poliméricos Biodegráveis de Polihidroxibutirato (phb), policaprolactona (pcl) e pó de madeira. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Industrial, 2011.

TAVARES, Cerveira Tavares. Raposa de redes e rendas. Catálogo de exposição de rendas. IPHAN. Rio de Janeiro. 2011.

TOURINHO, M.J. Abordagem etnofarmacológica das plantas medicinais diuréticas no povoado de Capim Grosso, município de Canindé de São Francisco, Sergipe. Curitiba, v.3, n.1, p.34-47, 2000.

TROLEIS, Adriano Lima. SANTOS, Ana Cláudia Ventura dos. Estudos do Semiárido. 2ª ed. Natal-RN. Editora da UFRN. 2011. Disponível em: http://sedis.ufrn.br/bibliotecadigital/site/pdf/geografia/Est_Sem_Livro_WEB.pdf. Acesso junho 2015.

ZARA, Ricardo Fiori. THOMAZINI, Maria Helena. LENZ, Guilherme Felipe. Estudo da eficiência de polímero natural extraído do cacto mandacaru (cereus jamacaru) como auxiliar nos processos de coagulação e floculação no tratamento de água. Revista de Estudos ambientais. 2012. Disponível em: <<http://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/2935>>. Acesso: 25 abr 2015.