

Universidade de São Paulo
Escola de Artes, Ciências e Humanidades
Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda

AMANDA SOUSA MONTEIRO

**Tururi (*Manicaria saccifera* Gaertn.): caracterização
têxtil, processos e técnicas artesanais em comunidade
local amazônica (PA - Brasil)**

São Paulo
2016

AMANDA SOUSA MONTEIRO

**Tururi (*Manicaria saccifera* Gaertn.): caracterização
têxtil, processos e técnicas artesanais em comunidade
local amazônica (PA - Brasil)**

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Têxtil e Moda.

Versão corrigida contendo as alterações solicitadas pela comissão julgadora em dia 14 de junho de 2016. A versão original encontra-se em acervo reservado na Biblioteca da EACH/USP e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD), de acordo com a Resolução CoPGr 6018, de 13 de outubro de 2011.

Área de Concentração: Materiais e Processos Têxteis

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Júlia Baruque Ramos.

São Paulo
2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Biblioteca)

Monteiro, Amanda Sousa

Tururi (*Manicaria Saccifera* Gaertn.) : caracterização têxtil, processos e técnicas artesanais em comunidade local amazônica (PA – Brasil) / Amanda Sousa Monteiro ; orientadora, Julia Baruque Ramos. – São Paulo, 2016

115 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo
Versão corrigida

1. Tecnologia têxtil. 2. Fibras naturais - Extração; Beneficiamento. 3. Desenvolvimento sustentável - Muaná (PA). 4. Tururi - Características. I. Baruque-Ramos, Julia, orient. II. Título.

CDD 22.ed. – 677

Nome: MONTEIRO, Amanda Sousa

Título: Tururi (*Manicaria saccifera* Gaertn.): caracterização têxtil, processos e técnicas artesanais em comunidade local amazônica (PA - Brasil)

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para a obtenção de título de Mestre em Ciências, do Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda.

Área de concentração: Materiais e Processos Têxteis

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Júlia Baruque Ramos

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe Maria Suely, a minha irmã Luísa e a memória de meu pai Adilson e minha irmã Bianca.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Júlia Baruque Ramos, por toda sua paciência e por ter me dado a oportunidade de crescimento científico e intelectual ao longo de nosso trabalho.

À minha mãe, Maria Suely, por ter incentivado desde a infância a seguir meus sonhos, exercer minha criatividade e buscar conhecimento nos mais diferentes meios.

À minha irmã Luísa, por ter sido uma inspiração por seu trabalho e competência.

Ao meu companheiro João, por ser um porto seguro e ter estado sempre ao meu lado nos momentos alegres e mais difíceis.

As amigas Bárbara Guimarães, Ivete Cattani e Juliana Paradinha, por terem me auxiliado de diversas maneiras e também por sua amizade ao longo deste mestrado.

À Bárbara Leonardi, pelo auxílio na realização dos testes de FTIR.

À Lorena, por ter revisado os textos em português e inglês ao longo desses anos.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação da EACH, por todo o apoio a esta pesquisa.

À cooperativa Flor do Marajó, por ter me recebido de braços abertos e ter me permitido participar de seus processos de criação.

Ao Senhor Hilson Rabelo, por ter extraído as amostras de tururi utilizadas nos testes apresentados neste estudo.

Ao professor Dr. Abdel-Fattah Seyam, pela orientação no período de intercâmbio na North Carolina State University.

À empresa Golden Technology (São José dos Campos) e à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP (Pirassununga – SP) por disponibilizarem as análises em FTIR.

Aos docentes da EACH, pelos ensinamentos adquiridos.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo auxílio financeiro no início das atividades do mestrado.

A covardia intelectual é o pior inimigo

George Orwell

RESUMO

MONTEIRO, A. S. **Tururi (*Manicaria saccifera* Gaertn.): caracterização têxtil, processos e técnicas artesanais em comunidade local amazônica (PA - Brasil)** 2016. 115p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

Na indústria têxtil, novos produtos sustentáveis ganham espaço e há uma demanda crescente para a utilização de materiais biodegradáveis, como as fibras naturais. Um material com grande potencial é o tururi (*Manicaria saccifera* Gaertn.). O tururi forma uma rede que protege os frutos que pendem da palmeira chamada Ubuçu, originária da região amazônica do Brasil. O objetivo deste trabalho foi narrar o processo de extração e beneficiamento em comunidade amazônica na cidade de Muaná (Pará-Brasil) e realizar a caracterização têxtil do tururi através da determinação de título médio, gramatura, testes de tração e alongamento (resistência, tenacidade, alongamento, módulo de Young), valores de regain, microscopia transversal e longitudinal e FTIR do material fibroso. Os principais resultados foram: i) título médio da fibra extraída do tururi $100,3 \pm 14,5$ tex (CV=14,5%); ii) valores de tração para a fibra de extraída do tururi: carga de ruptura $17,7 \pm 4,2$ N (CV=23,5%); tenacidade na quebra $18 \pm 3,2$ cN/tex (CV=18%); alongamento $10,5 \pm 2\%$ (CV=20%); módulo de Young $3,4 \pm 0,5$ N/tex (CV=14,4%); iii) gramatura de 182 ± 18 g/m² (CV=10%); iv) espessura de $0,71 \pm 0,10$ mm (CV=14%); v) no teste de tração realizado com as tiras de tururi, os valores obtidos foram: carga na ruptura 213 ± 93 N (CV=43%); resistência têxtil máxima $17,6 \pm 7,8$ MPa (CV=44%); alongamento na quebra $5,9 \pm 1,0\%$ (CV=17%); módulo de Young 552 ± 288 MPa (CV=52%). Os testes realizados com o tururi descolorido mostram resultados sem diferença estatisticamente significativa com os realizados com o material natural. O valor de regain obtido foi $12,0 \pm 0,5\%$ (CV=4,3%). A microscopia do material fibroso mostrou morfologia típica de fibras celulósicas. Esses resultados preliminares indicam que tururi têm potencial de emprego em diferentes tipos de produtos têxteis, de moda, artesanato ou compósitos, que poderiam ser usados em artigos de mobiliário ou na construção civil.

Palavras-chave: *Manicaria saccifera*, tururi, Ubuçu, têxtil, caracterização, design.

ABSTRACT

MONTEIRO, A. S. **Tururi (*Manicaria saccifera* Gaertn.): Textile characterization, processes and handicraft techniques in Amazon local community (PA - Brazil)** 2016. 115p. Thesis (MA) - School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2016.

In the textile industry, new sustainable products gain space and there is an increasing demand to use biodegradable materials such as natural fibers. A material with great potential is tururi (*Manicaria saccifera* Gaertn.). Tururi forms a network that protects the fruits that hangs from a palm tree called Ubuçu, native to the Amazon region of Brazil. The aim of this study was to narrate the extraction and processing processes in Amazonian community in the city of Muaná (Pará, Brazil) and perform the textile characterization of tururi by determining average count number, weight, tensile testing and elongation (strength, tenacity, elongation, Young's modulus), regain values, transverse and longitudinal microscopy and FTIR of the fibrous material. The main results were: i) average count number of fiber extracted from tururi 100.3 ± 14.5 tex (CV=14.5%); ii) tensile values for fiber extracted from tururi: break load 17.7 ± 4.2 N (CV=23.5%); break tenacity 18 ± 3.2 cN/tex (CV=18%); elongation $10.5 \pm 2\%$ (CV=20%); Young's modulus 3.4 ± 0.5 N/tex (CV=14.4%); iii) weight 182 ± 18 g/m² (CV=10%); iv) thickness 0.71 ± 0.10 mm (CV=14%); v) for the tensile test with strips from tururi, the values obtained were: break load 213 ± 93 N (CV=43%); maximum tensile strength MPa 17.6 ± 7.8 (CV=44%); break elongation $5.9\% \pm 1.0$ (CV=17%); Young's modulus 552 ± 288 MPa (CV=52%). The tests performed with the discolored tururi show results with no statistically significant difference with those made with natural material. The regain value obtained was $12.0 \pm 0.5\%$ (CV=4.3%). The fibrous material microscopy showed typical morphology of cellulosic fibers. These preliminary results indicate that tururi presents employment potential in different types of textiles, fashion, handicrafts or composites, which could be used in furniture or construction.

Keywords: *Manicaria saccifera*, tururi, ubuçu, amazon, characterization, textile.

Lista de Tabelas

Tabela 1. Classificação das fibras vegetais.....	23
Tabela 2. Resultados dos ensaios de tração nas fibras de tururi. Valores expressos em média, desvio-padrão e coeficiente de variação.....	71
Tabela 3. Principais valores do ensaio de tração. Valores expressos em média e desvio-padrão.	71
Tabela 4. Valores de tenacidade, alongamento porcentual e módulo de Young para fibras vegetais têxteis de reconhecida empregabilidade.	72
Tabela 5. Comparação dos valores de gramatura determinados no presente estudo (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) com aqueles encontrados em literatura.	73
Tabela 6. Resultados do ensaio de tração com as tiras de tururi. Valores expressos em média, desvio-padrão e coeficiente de variação.....	74
Tabela 7. Resultados de testes de tração de tiras de tururi por diferentes autores.	74
Tabela 8. Resultados dos ensaios de tração das tiras de tururi natural. Valores expressos em média, desvio-padrão e coeficiente de variação.	76
Tabela 9. Resultados dos ensaios de tração das tiras de tururi descoloridas. Valores expressos em média, desvio-padrão e coeficiente de variação.	76
Tabela 10. Regain de outras fibras celulósicas.	77
Tabela 11. Bandas de infravermelho determinadas para material fibroso de tururi (<i>Manicaria saccifera</i> Gaertn.), curauá (<i>Ananas erectifolius</i>) e sisal (<i>Agave sisalana</i>) e interpretação de atribuições correspondentes.....	83
Tabela 12. Bandas FTIR (infravermelho médio) para elementos vegetais.....	84

Lista de Figuras

Figura 1. Classificação das fibras.....	21
Figura 2. Características das fibras.....	22
Figura 3. Algodão	24
Figura 4. Linho.....	25
Figura 5. Cânhamo.....	27
Figura 6. Sisal.....	28
Figura 7. Juta.....	30
Figura 8. Cadeia Têxtil.	31
Figura 9. Cimento reforçado por fibras.....	33
Figura 10. Exemplos de geossintéticos.....	34
Figura 11. Exemplo de têxteis na área médica – aplicação de bandagens.	35
Figura 12. Classificação de compósitos.....	36
Figura 13. Compósitos reforçados com fibras (a) contínuas e alinhadas; (b) descontínuas e alinhadas; (c) descontínuas e aleatoriamente orientadas.	37
Figura 14. (a) Palmeira Ubuçu (Muaná-PA); (b) saco fibroso (tururi) contendo os frutos.	45
Figura 15. Mapa da região norte do Brasil, apresentando os Estados do Amazonas (AM), Pará (PA) e Amapá (AP), onde a palmeira Ubuçu é encontrada.....	47
Figura 16. Cidade de Muaná (com limites indicados pela linha lilás), localizada na Ilha de Marajó (PA), onde atua a cooperativa Flor do Marajó.	47
Figura 17. Produtos confeccionados pela Cooperativa Flor do Marajó.....	48
Figura 18. Coleção “Matizes de Muaná”.	49
Figura 19. Catálogo da Cooperativa Flor do Marajó.	49
Figura 20. Partes remanescentes das fibras de tururi após o teste de tração.....	58
Figura 21. Fibra retirada de saco de tururi em teste no dinamômetro.	58
Figura 22. Espessímetro	60
Figura 23. Teste de tração em tira de tururi.	61
Figura 24. Embarcação na cidade de Muaná-PA.....	65
Figura 25. (a) Tururi sendo coletado; (b) o invólucro (saco) após a extração.....	66
Figura 26. Floresta de várzea.....	66
Figura 27. (a) Tururi em imersão (b) limpeza do tururi.....	67

Figura 28. (a) Invólucro de tururi em boas condições; (b) sementes no interior do invólucro.....	67
Figura 29. (a) Processo de descoloração do material fibroso (tururi) com água oxigenada (peróxido de hidrogênio 30% v/v); (b) secagem após tingimento. ...	68
Figura 30. (a) Cola sendo borrifada; (b) tururi sendo passado a ferro.....	68
Figura 31. Bolsas confeccionadas com a técnica de tururi trançado.	69
Figura 32. Bolsa confeccionada com a técnica de colagem.	69
Figura 33. Gráfico de tenacidade (cN/tex) versus alongamento (%). O sinal de triângulo indica o ponto de quebra da fibra.....	70
Figura 34. Corpo-de prova para teste de gramatura.	72
Figura 35. Tiras de tururi pareado de duas tiras cortadas do mesmo saco fibroso. À esquerda: descolorida; À direita: natural.....	74
Figura 36. (a) Tira de tururi natural e as tonalidades Pantone 469 U, 7517 U e 4625 U; (b) tira de tururi descolorida e as tonalidades Pantone 7510 U e 7511 U.....	75
Figura 37. Micrografias transversais da fibra de tururi. (a) ampliação de 128x e indicação de escala correspondente a 500 microns; (b) ampliação de 320x e indicação de escala correspondente a 500 microns; (c) ampliação de 640x e indicação de escala correspondente de 100 microns; (d) ampliação de 1280x e indicação de escala correspondente a 50 microns.	78
Figura 38. Micrografia transversal de: (a) juta; (b) sisal; (c) abacá; (d) kenaf, todas com aumento de 500 vezes.	79
Figura 39. Micrografias longitudinais da fibra de tururi. (a) ampliação de 20x e indicação de escala correspondente a 5000 microns; (b) ampliação de 32x e indicação de escala correspondente a 500 microns; (c) ampliação de 80x e indicação de escala correspondente de 500 microns; (d) ampliação de 128x e indicação de escala correspondente a 500 microns.	80
Figura 40. FTIR de 4000 a 500 cm^{-1} e transmitância de 96,4 – 99,8%: linha verde: tururi (<i>Manicaria saccifera</i> Gaertn.); linha azul: curauá (<i>Ananas erectifolius</i>); linha vermelha: sisal (<i>Agave sisalana</i>).	82
Figura 41. Produtos desenvolvidos pela cooperativa Flor do Marajó com tururi.....	85
Figura 42. Bolsas de tururi produzidas pela cooperativa Flor do Marajó.	86
Figura 43. Artesãs do Grupo Floresta (Estado do Amazonas).....	87
Figura 44. Compósito utilizando de fibra de tururi na forma de piso em parquet.....	88

Figura 45. Móveis de madeira cuja matéria-prima poderia ser substituída por compósitos de tururi com resistência efeito estético similares.	89
Figura 46. Campanha e desfile verão 2013 Dolce e Gabbana.	89
Figura 47. Parceria de Alexandre Herchcovitch e Ecosimple	90
Figura 48. Tecido biodegradável no desfile de Ronaldo Fraga.....	91
Figura 49. Osklen: paetês confeccionados com látex sustentável.....	92
Figura 50. Parceria entre a estilista Stella McCartney e a marca esportiva Adidas.	92
Figura 51. Produtos (acessórios de moda) confeccionados com fibras naturais.	93

Lista de Equações

Equação 1. Determinação de título ou densidade linear.....	57
Equação 2. Determinação de tenacidade	59
Equação 3. Determinação de módulo de Young.....	59
Equação 4. Conversão do valor de tenacidade de c/N/tex para MPa.....	59
Equação 5. Conversão do valor do módulo de Young de N/tex para GPa	59
Equação 6. Determinação de gramatura.....	60
Equação 7. Determinação de regain	63

Sumário

1. Introdução	17
2. Objetivos	19
2.1. Objetivo geral	19
2.2. Objetivos específicos	19
3. Justificativa	20
4. Revisão Bibliográfica	21
4.1. Fibras têxteis.....	21
4.2. Fibras vegetais.....	23
4.2.1. Algodão	24
4.2.2. Linho.....	25
4.2.3. Cânhamo	26
4.2.4. Sisal	28
4.2.5. Juta.....	29
4.3. Cadeia têxtil	30
4.4. Aplicações.....	31
4.4.1. Vestuário e acessórios	31
4.4.2. Construção Civil e Arquitetura.....	32
4.4.3. Geotêxteis	33
4.4.4. Têxteis Técnicos na Medicina	34
4.4.5. Compósitos.....	36
4.5. Fibras vegetais e a sustentabilidade.....	38
4.6. <i>Design</i> de produtos.....	40
4.6.1. <i>Ecodesign</i>	40
4.6.2. A importância do estudo de novos materiais.....	42
4.7. Artesanato.....	43
4.8. A palmeira Ubuçu	44
4.8.1. Características e usos do tururi.....	48
4.8.2. Pesquisas realizadas com a fibra de tururi.....	50
4.9. Caracterização de fibras têxteis.....	51

4.9.1. Título.....	52
4.9.2. Gramatura	52
4.9.3. Tração	52
4.9.4. Teor de Regain.....	53
4.9.5. Microscopia da fibra	53
4.9.6. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)	54
5. Metodologia.....	55
5.1. Caracterização da pesquisa	55
5.2. Testes Têxteis.....	56
5.2.1. Climatização das Amostras	56
5.2.2. Determinação do Título das Fibras	57
5.2.3. Ensaio de Tração da Fibra de Tururi	57
5.2.4. Gramatura	60
5.2.5. Espessura.....	60
5.2.6. Ensaio de Tração das tiras de Tururi.....	61
5.2.7. Descoloração do tururi	62
5.2.8. Ensaio de Tração das Tiras de Tururi Descoloridas e natural...	62
5.2.9. Determinação do Teor de Regain	62
5.2.10. Microscopia da fibra.....	63
5.2.11. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)	64
6. Resultados e Discussão.....	65
6.1. Extração e beneficiamento do tururi	65
6.2. Testes Têxteis.....	70
6.2.1. Determinação do Título Médio da fibra extraída do tururi	70
6.2.2. Ensaio de Tração da Fibra de Tururi	70
6.2.3. Gramatura	72
6.2.4. Espessura.....	73
6.2.5. Ensaio de tração de tiras	73
6.2.6. Teste de descoloração do tururi	74
6.2.7. Ensaio de Tração das tiras de tururi descoloridas e naturais....	76
6.2.8. Determinação do Teor de Regain	77
6.3. Microscopia da fibra.....	77
6.3.1. Corte Transversal	78

6.3.2. Corte Longitudinal	79
6.4. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).....	80
6.5. Potencial de Aplicação do Tururi no Design de Produtos.....	85
6.5.1. Artesanato	85
6.5.2. Parquet.....	87
6.5.3. Mobiliário	88
6.5.4. Moda.....	89
7. Considerações Finais.....	94
8. Conclusões.....	96
9. Referências.....	97
9.1. Normas Técnicas	107
10. Apêndices	108

1. Introdução

A indústria têxtil tem se tornado um campo aberto a novas tecnologias, tendo grande destaque a pesquisa de materiais que produzam um menor impacto ambiental, visto que é considerada uma das mais poluentes e que promove um grande número de resíduos não reaproveitados. É crescente, por essa razão, a demanda por utilização de materiais biodegradáveis, como as fibras naturais.

Uma fibra vegetal com potencial e que se encaixa nessas características é a de tururi, oriunda da região amazônica do Brasil, a qual é extraída dos cachos que pendem da palmeira do Ubuçu (*Manicaria saccifera* Gaertn.). O material é utilizado constantemente pela população e comunidades tradicionais amazônicas, assim como por artesãos e estilistas da região. Sua utilização vai desde cobertura de casas, alimentação, produtos de artesanato e até mesmo peças de vestuário.

A presente pesquisa tem como objetivo realizar a caracterização têxtil do tururi e narrar o processo de extração e beneficiamento em uma comunidade amazônica (Pará - Brasil). Para isso, a pesquisa foi dividida em três partes: i) registro do processo de extração e beneficiamento do material em comunidade amazônica na cidade de Muaná (Pará-Brasil); ii) determinar o título médio, gramatura, testes de tração e alongamento (resistência, tenacidade, alongamento, módulo de Young), valores de regain, microscopia transversal e longitudinal e FTIR do material fibroso e; iii) comparar os resultados dos testes aos de fibras de reconhecida empregabilidade têxtil e, a partir desta análise, sugerir novos empregos ao material estudado. Trata-se de uma pesquisa de caráter explicativo, em que o procedimento técnico foi a pesquisa bibliográfica e experimental.

A revisão bibliográfica desenvolvida foi baseada em sete tópicos, com conceitos fundamentais à compreensão desta pesquisa. Os seguintes tópicos são apresentados: Fibras têxteis, onde está inserido o subitem referente a cadeia têxtil; Fibras vegetais, onde se apresenta informações sobre as mesmas além de uma breve referência aos tipos mais comuns, como algodão, linho, cânhamo, sisal e juta, e as aplicações em segmentos como vestuário e acessórios, construção civil e arquitetura, geotêxteis, têxteis técnicos na medicina e compósitos.

Em seguida, são abordados os tópicos a respeito de fibras vegetais e a indústria verde, design de produtos, ecodesign a importância do estudo de novos

materiais. Tais fundamentos são necessários para assimilar as informações referentes ao emprego do material de estudo nesta pesquisa, o tururi. Inicia-se abordando sobre a palmeira Ubuçu, as características de uso do tururi e pesquisas já reportadas com o material.

Após finalizar tais conceituações, é realizada uma breve revisão dos métodos analíticos. Explana-se a respeito da importância da caracterização de fibras têxteis, da determinação do título médio, testes tênses de tração, gramatura, teor de Regain, microscopia da fibra e FTIR (“Fourier Transform Infrared Spectroscopy” – Espectroscopia em Infravermelho por transformada de Fourier). Dessa maneira, é possível compreender a metodologia da pesquisa.

Após a revisão bibliográfica, a metodologia empregada é descrita cuidadosamente, assim como os resultados e a discussão, as considerações finais e conclusões obtidas no presente estudo.

2. Objetivos

2.1. Objetivo geral

Realizar a caracterização têxtil do tururi e narrar o processo de extração e beneficiamento em uma comunidade amazônica na cidade de Muaná (Pará-Brasil).

2.2. Objetivos específicos

- Narrar o processo de extração e beneficiamento do material em comunidade amazônica na cidade de Muaná (Pará-Brasil).
- Determinar para a fibra: título médio; tenacidade, alongamento, módulo de Young; para a tira: espessura, gramatura, resistência tênsil, alongamento e módulo de Young; Valores de regain; Microscopia transversal e longitudinal; FTIR.
- Comparar os resultados dos testes aos de fibras de reconhecida empregabilidade têxtil e, em base dessa análise, sugerir novos empregos ao material estudado.

3. Justificativa

A Amazônia possui uma grande biodiversidade e as fibras oriundas das palmeiras possuem um grande potencial de aplicação. Utilizadas tradicionalmente por comunidades locais, estudar e encontrar formas de preservar o processo tradicional que as envolve é uma forma de preservar também a história dessas comunidades, além de se buscar novas possibilidades de aplicações.

Por essa razão, foi realizado o registro das técnicas de extração, beneficiamento e também a caracterização têxtil do tururi. Por se tratar de uma fibra pouco conhecida e restrita a uma região, tais informações são ainda pouco reportadas pela comunidade científica.

Cumprir notar que a obtenção do material vegetal pesquisado (tururi) não necessita de autorização do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente) ou de qualquer outro órgão ambiental federal ou estadual, posto tratar-se de material normalmente comercializado na região do Pará (Brasil) e cuja compra e posse não possui qualquer restrição legal em nenhum dos Estados brasileiros.

Acredita-se que as comunidades locais irão se beneficiar desse compartilhamento de informações, pois o contato com pesquisadores, mesmo que ainda pequeno, pode ser ampliado, assim como o contato com designers e profissionais de outras áreas produtivas. Por essa razão, pretende-se que a pesquisa gere conhecimento para o meio acadêmico e científico.

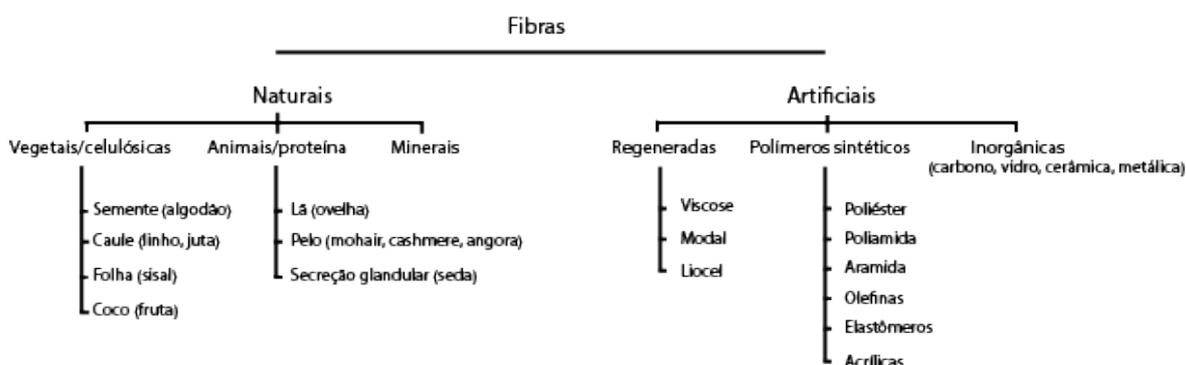
4. Revisão Bibliográfica

4.1. Fibras têxteis

De acordo com Cook (1968), desde a pré-história, diversos materiais têm sido coletados e examinados como matéria-prima para a criação de vestuário. Qualidades básicas de alguns materiais, como fineza e flexibilidade, geraram diversos tipos de vestimentas, fortes e suficientemente flexíveis para poder contornar a forma do corpo humano. As fibras têxteis dependem de uma combinação de propriedades que são geradas, essencialmente, através da forma que as fibras que as compõe são entrelaçadas. Para obter propriedades têxteis, a fibra necessita de certas qualidades, tal como seu comprimento, o qual deve ser de várias centenas de vezes a sua largura.

As fibras usadas na manufatura têxtil moderna podem ser classificadas em dois grandes grupos: fibras naturais e fibras artificiais (SORGER; UDALE, 2009). Na **Figura 1** mostra-se a classificação de diferentes tipos de fibra.

Figura 1. Classificação das fibras.

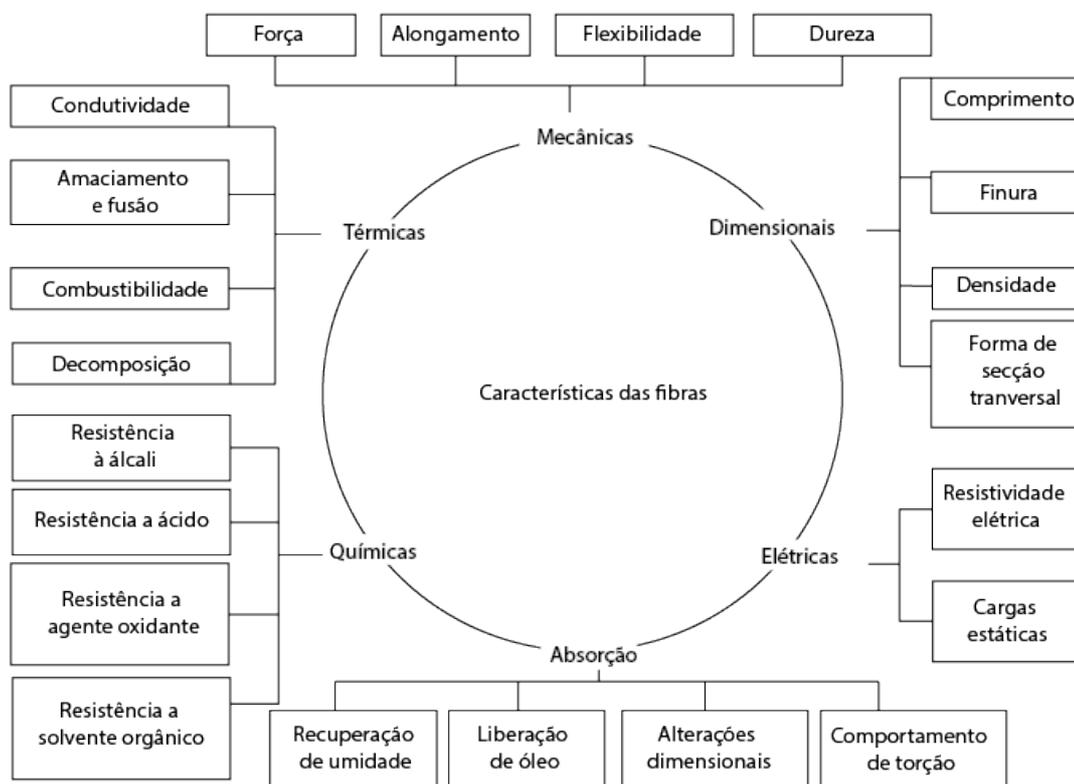


Fonte: Adaptado de SINCLAIR, 2014.

Os têxteis têm várias funções. Podem ser utilizados como vestimenta ou traje de proteção; tornar ambientes mais confortáveis, com cortinas que mantêm o calor e protegem do sol; para secagem; para curativos e também servindo de apoio a membros lesionados; são usados em cirurgias, para ligamentos artificiais e substituição de artérias; são utilizados em muitas aplicações industriais, desde esteiras transportadoras até correias de transmissão; e também são utilizados na construção de barragens e autoestradas (WILSON, 2011).

Todas as fibras têm uma estrutura molecular que contribui para suas propriedades e atributos específicos. São essas características-chave que possibilitam a manipulação de fibras para a criação de estruturas muito maiores, conhecidas como fios. Fibras são também misturadas e unidas para alcançar determinadas qualidades que singularmente não seriam capazes de serem obtidas, como por exemplo: para compensar as fraquezas de um tipo de fibra, para aumentar a performance de um tecido, para obter uma aparência diferenciada, para aumentar a eficiência dos processos de criação (como a tecelagem) e também reduzir custos (SINCLAIR, 2014). Na **Figura 2** são expostas as diversas características que uma fibra têxtil pode possuir.

Figura 2. Características das fibras.



Fonte: Adaptado de SINCLAIR, 2014.

4.2. Fibras vegetais

Convenientemente classificam-se as fibras vegetais de acordo com a parte de onde é extraída. Elas podem ser de caule, folhas, frutos ou sementes. A **Tabela 1** mostra exemplos dos diferentes tipos de fibra vegetal encontrados e suas respectivas origens.

Tabela 1. Classificação das fibras vegetais.

VEGETAIS	DE CAULES	CÂNHAMO
		JUTA
		LINHO
		MALVA
		RAMÍ
	DE FOLHAS	CAROÁ
		SISAL
		TUCUM
	DE FRUTOS E SEMENTES	ALGODÃO
		COCO
		TURURI
		*

Fonte: Adaptado de Kuasne, 2008; * Informação da autora.

O principal componente das fibras vegetais é a celulose e por isso são normalmente conhecidas como fibras celulósicas naturais. Moléculas de celulose se organizam em fibras ou feixes de cadeias moleculares que se combinam para formar fibras de celulose. As partes da fibra onde as moléculas se encontram paralelizadas são chamadas cristalinas. No caso contrário, as partes são chamadas amorfas. Se as moléculas são paralelas ao eixo longitudinal, há um elevado grau de orientação molecular. Geralmente, a orientação e a cristalinidade elevada implicam em força, rigidez, baixo alongamento e baixa flexibilidade (C YU, 2014).

Fibras vegetais são todas baseadas em celulose, substância relacionada com o amido e açúcares que a planta acumula a partir de água e de gás dióxido de carbono absorvido através de suas folhas. Os recursos das fibras de celulose disponíveis para nós no mundo das plantas são praticamente inesgotáveis. Mas apenas uma proporção relativamente pequena dos recursos pode ter uso diretamente como fibras têxteis (COOK, 1968, p. 3, tradução nossa).

Segundo Philip et al. (2014), as propriedades (**Figura 2**) das fibras vegetais variam consideravelmente, dependendo do diâmetro da fibra, de sua estrutura, do

grau de polimerização, dentre outros fatores. Além desses, também interfere se as fibras são retiradas do caule, das folhas ou sementes, e das condições de crescimento da planta de onde são extraídas.

Todas as fibras vegetais têm uma afinidade por água, em forma líquida e vapor. Essa forte afinidade produz um inchaço das fibras relacionado com a absorção de água, o que facilita o tingimento. Fibras vegetais não são termoplásticas, ou seja, elas não amolecem quando calor é aplicado. Todas as fibras naturais são particularmente suscetíveis à decomposição microbiana. As fibras celulósicas são decompostas por fungos e algumas bactérias. Decompõem-se rapidamente em alta umidade e temperaturas elevadas, especialmente na ausência de luz (WILSON, 2011).

4.2.1. Algodão

O algodão é uma fibra vegetal oriunda da semente de espécies do gênero *Gossypium*. É a fibra mais importante e mais utilizada pelo homem moderno. Há indícios que os antigos egípcios e as primeiras civilizações chinesas já o utilizavam. Todavia, foi na Índia em que os principais processos de tecelagem foram desenvolvidos e onde a fibra se estabeleceu (COOK, 1968). Na **Figura 3**, o algodão antes da extração.

Figura 3. Algodão



Fonte: IDEALMT, 2016.

A versatilidade do algodão tornou-o uma das fibras mais valiosas e amplamente utilizadas quando comparada a outras fibras têxteis. O algodão pode suportar repetidas lavagens. Por isso é ideal para uso doméstico e artigos de vestuário que precisam ser lavados regularmente. Fibras de algodão são capazes de absorver quantidades consideráveis de umidade e, em seguida, evaporar as

mesmas para o ar, o que contribui para o conforto de peças de algodão. Há vários empregos para o algodão em artigos têxteis, que vão desde fraldas aos mais elegantes vestidos. Esses usos podem ser classificados em três categorias principais: vestuário, uso doméstico e industrial (C YU, 2014).

De acordo com a plataforma ALICEWEB (2016), em 2015 o Brasil foi o terceiro maior exportador de algodão do mundo, ainda que tenha consumido internamente cerca de 850.000 toneladas.

Para Hearle (2007), a grande novidade na pesquisa com o algodão é o advento da engenharia genética. Até o momento, esta tem sido utilizada para melhorar o rendimento e resistência às pragas no cultivo do algodão. Entretanto, pouco tem sido feito para modificar as propriedades da fibra. As inovações são limitadas às características mais evidentes do material, como comprimento, finura, cor e força.

4.2.2. Linho

O *Linum usitatissimum* é fonte de uma das mais antigas fibras têxteis usadas pela humanidade e, possivelmente, a mais antiga. Em escavações do século VIII a.C., relativas à idade da pedra, foram encontradas sementes de linho, fios, redes de pesca e outros. Fontes indicam que o linho, ou pelo menos fibras muito semelhantes, podem ter sido usadas pelo menos três mil anos anteriormente. O linho foi amplamente utilizado no Egito a partir do século V a.C., para vestuário e velas de barcos. Ao longo dos séculos, seu cultivo e utilização foram progressivamente desenvolvidos em toda a Europa, Norte da África e na Ásia (SALMON-MINOTTE; FRANCK, 2002). Na **Figura 4**, o cultivo do linho.

Figura 4. Linho.



Fonte: PURITY SEED USA, 2016.

O linho é considerado uma fibra amigável ao meio ambiente e possui características extremamente vantajosas: excelentes propriedades de tração, alta tenacidade, boa aparência e conforto. No entanto, apesar de suas qualidades positivas, os tecidos de linho têm algumas desvantagens. Pode-se citar sua recuperação baixa de rugas, a falta de estabilidade dimensional e resistência à abrasão, alta rigidez e baixa resiliência (TAVCER et al., 2011).

O principal constituinte das fibras de linho é a celulose, com pequenas quantidades de lignina, hemicelulose, pectinas, óleos e ceras (SALMON-MINOTTE; FRANCK, 2002).

A possibilidade de tecer fios relativamente finos de linho permite uma variedade grande em relação ao peso e estrutura do tecido. O nível elevado de cristalinidade da celulose confere ao tecido uma lisura na superfície das fibras, a qual é relacionada ao brilho característico de tecidos de linho. Sua rápida taxa de absorção e reabsorção de umidade devido principalmente à presença de lúmens nas fibras individuais, em conjunto com uma rigidez relativamente baixa, são as razões por que tecidos de linho têm uma característica fresca e agradável, que proporcionam conforto no uso, especialmente sob condições quentes e úmidas. Além disso, por ser composto principalmente de celulose, o tecido é lavado facilmente e seca rapidamente (SALMON-MINOTTE; FRANCK, 2002).

Além disso, a resistência natural do linho para produtos químicos, incluindo detergentes, branqueadores, solventes de limpeza a seco, proporciona um tecido que é facilmente preservado, sendo usado principalmente para roupas de verão (CYU, 2014).

No Brasil, segundo a plataforma ALICEWEB (2016), o consumo de linho em 2015 foi de 1,25 mil toneladas.

4.2.3. Cânhamo

O cânhamo pertence à família *Moraceae* e variedades de cânhamo cultivadas pertencem à espécie *Cannabis sativa*. A espécie é uma das mais antigas culturas cultivadas do mundo, tradicionalmente cultivada por suas longas e fortes fibras liberianas e sementes. Na maioria dos países ocidentais, o cultivo de cânhamo desapareceu ou foi interrompido por décadas como resultado da concorrência com

outras matérias-primas, os altos custos trabalhistas e a proibição de cultivo devido ao uso de *cannabis* como um narcótico (SALENTIJN et al., 2015).

O cânhamo é utilizado em uma gama diversificada de produtos e integra diversas áreas agroindustriais como a agricultura, têxtil, biocompostos, fabricação de papel, automotivo, construção, biocombustível, alimentos funcionais, óleo, cosméticos, cuidados pessoais e a indústria farmacêutica (SALENTIJN et al., 2015).

Sua utilização mais comum, entretanto, é na produção de cordas e fios. Os principais processos de cultivo e processamento do cânhamo são ambientalmente favoráveis, todavia, alguns fatores podem ser prejudiciais ao meio ambiente. A espécie precisa de baixos níveis de fertilizantes químicos e vale citar que nenhuma parte da planta é desperdiçada. O lado negativo é a maceração com água, que requer grandes quantidades de água limpa durante o processo. Após o processo, a água usada está poluída e sua limpeza e regeneração exigem um enorme fornecimento de energia, a custos elevados (SPONNER et al., 2002). Na **Figura 5**, o cultivo de cânhamo.

Figura 5. Cânhamo.



Fonte: ARC (Agricultural Research Council, New Zeland), 2016.

O principal constituinte das fibras de cânhamo é a celulose. O restante consiste em pectinas, ceras, lignina e gorduras vegetais, várias substâncias solúveis em água e cerca de 10% de água higroscópica (SPONNER et al., 2002).

Atualmente as principais regiões produtoras de cânhamo no mundo são a China, Europa e Canadá. O número de novos cultivadores aumentou gradualmente, onde cada região produz os seus próprios cultivos de cânhamos típicos para fins diferentes. Em 2011, o cânhamo foi cultivado globalmente em 61.318 hectares, dos

quais 11.400 hectares na China, 14.344 hectares na União Europeia, e 15.720 hectares no Canadá (SALENTIJN et al., 2015).

As fibras de cânhamo receberam importância como reforço em compósitos poliméricos. Compósitos que utilizam a fibra, mostram maior rigidez específica do que aqueles com fibra de vidro. O cânhamo possui uma capacidade de amortecimento de vibrações muito maior, tornando-o excelentes para aplicações em produtos desportivos ou instrumentos musicais (PIL et al., 2015).

4.2.4. Sisal

De acordo com Cook (1968) no antigo México já se utilizavam como vestimentas peças confeccionadas com a fibra de sisal. Esta fibra é oriunda da espécie *Agave sisalana* e é encontrada na América Central. O sisal é cultivado principalmente em alguns países da África, Ásia e na China, México, Haiti, Brasil e outras regiões da América do Sul. Na **Figura 6** o cultivo de sisal.

Figura 6. Sisal.



Fonte: GA-MINERAGREX, 2016.

A fibra de sisal é extraída a partir da folha da planta e devido ao teor elevado de lignina nos feixes de fibras, as fibras de sisal são mais rígidas e têm uma maior tenacidade, quando comparadas a outras fibras oriundas de folhas. Em comparação com a juta, o kenaf e a fibra de abacaxi, o teor de celulose na fibra de sisal é semelhante, mas o teor de lignina é um pouco maior. Com base na composição da fibra pode deduzir-se que a fibra de sisal é mais rígida e mais grossa do que outras fibras oriundas de folhas, devido ao elevado conteúdo de lignina e pectina (C YU, 2005).

Segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), estima-se que a produção brasileira de sisal em 2015 foi de 91,1 mil toneladas. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de sisal e as exportações em 2015 totalizaram 66,2 mil toneladas. Ainda segundo o órgão: “A fibra beneficiada de sisal brasileira é exportada para 32 países. A China é tradicionalmente o maior comprador dessa fibra, com participação de 51% em 2015 e 64% em 2014” (CONAB, 2015).

Em virtude das propriedades físicas que conferem dureza e aspereza à fibra de sisal, a aplicação da fibra se dá normalmente na indústria, cordas, produtos decorativos e de uso doméstico. Novas aplicações estão sendo desenvolvidas, alcançando um bom desempenho devido à resistência excepcional do material. O desenvolvimento de novos mercados para a fibra como revestimento de pavimentos, tecidos de polimento, colchões, estofados e compósitos permitiu que a produção mundial de sisal pudesse ser mantida a um nível razoável (C YU, 2005).

4.2.5. Juta

Juta é o nome comum dado às fibras extraídas do caule das plantas pertencentes ao gênero botânico *Corchorus*. Assim como outras fibras originadas do caule de espécies vegetais, a juta tem sido usada pelo homem desde a pré-história. A espécie foi possivelmente originada na área do Mediterrâneo, mas foi na Índia que prevaleceu e ganhou mais notoriedade (COOK, 1968).

A juta é uma fibra forte, exibindo fratura frágil, mas com apenas uma pequena extensão de ruptura. Possui um módulo inicial elevado, mas mostra pouca elasticidade recuperável (KRISHNAN et al., 2005).

A juta é usada principalmente para a fabricação de produtos para a embalagem de grãos e outros alimentos, bem como para embalagem de cimento, fertilizantes, sal, algodão, entre outros. Outros usos da fibra incluem tapetes, cordas, feltros e guarnição, tecidos de decoração e outros itens para uso industrial (KRISHNAN et al., 2005). Na **Figura 7**, o cultivo da juta.

Figura 7. Juta.



Fonte: SOUROVROPE, 2016.

Em 2015, o Brasil importou 8.017 toneladas e consumiu 16 mil toneladas de Juta (ALICEWEB, 2016).

Atualmente muitas pesquisas vêm sendo realizadas com a fibra de juta, principalmente na sua aplicação em compósitos (qualquer material multifásico que exibe uma proporção significativa de ambas as partes que o constituem) (CALLISTER, 2008). Pode-se citar a utilização com matriz cimentícia (FERREIRA et al., 2016), na mistura de asfalto quente (MANSOURIAN et al., 2016), em compósitos verdes com epóxi e no tratamento, pulverização e uso de nanofibras de juta, entre outras (JABBAR et al., 2016).

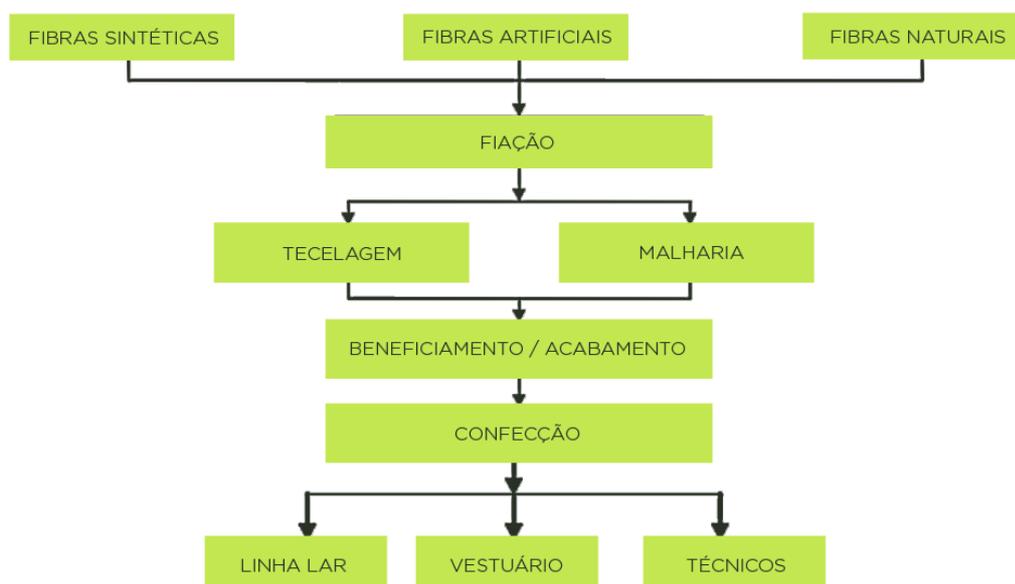
4.3. Cadeia têxtil

As fibras podem ser compactadas e unidas em um não-tecido, consolidadas em um fio, convertidas em um tecido ou malha através da estrutura de um fio. A indústria têxtil, através de uma série de processos, transforma as fibras de acordo com as características e finalidade de uso do produto final (EL MOGAHZY, 2009).

Segundo a CNI (Confederação Nacional da Indústria), a cadeia têxtil é bastante ampla e é composta por várias etapas produtivas inter-relacionadas. Destacam-se 4 etapas: a fiação, onde ocorre a produção de fios; tecelagem, onde se dá a fabricação de tecidos planos ou tecidos de malha e também a tecnologia de não-tecidos; o acabamento, onde são realizadas técnicas que conferem aos tecidos propriedades como conforto, durabilidade, dentre outras; e, por fim, a confecção,

que é a etapa de desenho, confecção de moldes, gradeamento, encaixe, corte e costura (CNI, 2012). A **Figura 8** esquematiza o processo.

Figura 8. Cadeia Têxtil.



Fonte: Adaptado de BNDES, 2009.

Cada fibra requer um processo específico para ser transformada em um fio e na sequência, em um tecido. Etapas adicionais podem ser necessárias e, além disso, os têxteis podem ser produzidos por uma variedade de processos, incluindo tecelagem, malharia, entre outros. Podem ser têxteis industriais (com especificações técnicas e de desempenho detalhadas), para vestuário, mobiliário e têxteis para o lar. Podem ainda ser coloridos e apresentar padrões ou desenhos por tingimento, estampagem ou usando fios coloridos na sua construção. Ainda podem ter a aplicação de um acabamento para melhorar a aparência ou desempenho (WILSON, 2011).

4.4. Aplicações

4.4.1. Vestuário e acessórios

O principal emprego das fibras vegetais é na indústria de vestuário e acessórios. Fibras naturais e sintéticas encontram os mais diversos usos nesse setor. A indústria de vestuário emprega predominantemente o algodão e o poliéster.

Este último, devido às crescentes exigências, é projetado para se tornar o material mais utilizado. A indústria de vestuário demanda por mudanças rápidas e altamente técnicas, em termos de design, forma, cor, estética e desempenho dos têxteis. A entrada de novas fibras no mercado de vestuário é um desafio, difícil e de grande importância (FARRINGTON et al., 2005).

A indústria têxtil é uma das indústrias mais complexas entre as indústrias transformadoras. Ela reúne os setores agrícolas, de fibras químicas, têxteis, vestuário, varejo, serviços e gestão de resíduos. Os esforços para reduzir o impacto global das peças de vestuário devem se concentrar em todas essas fases e setores. A geração de fibras eco-friendly, como o liocel e as fibras de quitosana, têm assumido um papel significativo na indústria têxtil nos últimos anos (ALAY et al., 2016).

4.4.2. Construção Civil e Arquitetura

Fibras têm sido utilizadas para reforçar materiais frágeis desde tempos imemoriais, que remontam às eras dos egípcios e babilônicos. Palhas foram usadas para reforçar tijolos secos ao sol e paredes de cabanas de barro. Muitas das atuais utilizações foram desenvolvidas nas décadas de 1950 e 1960. Desde então, pesquisadores vêm desenvolvendo o aumento da utilização de fibras em conjunto com diversos materiais (NAWY et al., 2008).

As fibras naturais, como a juta, coco, bambu e sisal vêm sendo usadas como materiais de reforço em matrizes de cimento por muitos anos, especialmente nos países em desenvolvimento. No entanto, existem várias desvantagens na utilização de fibras naturais como materiais de reforço em compósitos cimentícios. Pode-se citar a variação das propriedades que as fibras possuem, mais do que no aço ou nas fibras de vidro, o que pode resultar em variações na qualidade do produto final (LI et al., 2005).

Na construção civil e na arquitetura, materiais têxteis possuem aplicações diversas, principalmente no que diz respeito às fibras sintéticas. O desenvolvimento de fibras com alto desempenho permitiu a sua utilização em compósitos, coberturas, tecidos para revestimento, tendas, cimento reforçado por fibras, além da utilização em construção de estradas. Tais fibras devem possuir excelentes propriedades

mecânicas, como tração, compressão, flexão, corte e impacto (ARAÚJO et al., 2000). Na **Figura 9**, cimento reforçado por fibras.

Figura 9 Cimento reforçado por fibras.



Fonte: CIVIL DIGITAL, 2016.

A maioria das aplicações atuais de fibras na construção civil são não-estruturais. As fibras são muito utilizadas no controle (plástico e de secagem) de fissuras de retração, substituindo barras de aço, de reforço de aço ou de arame. Esses produtos tradicionais têm estruturas e extensas áreas de superfície expostas, além de restrições de movimento, resultando em um alto potencial de rachaduras. Para tais aplicações, as fibras apresentam vantagens em relação a reforços de aço convencionais. Como vantagens, podem-se citar: distribuição uniforme de reforço em relação à localização e orientação; resistência à corrosão, especialmente para fibras sintéticas, de carbono ou fibras de metal amorfas (LI, 2002).

4.4.3. Geotêxteis

De acordo com Lawrence e Collier (2005), geotêxteis são tecidos permeáveis usados juntamente ao solo de fundação, rochas, terra ou outros materiais relacionados à engenharia geotécnica. São confeccionados com fibras naturais ou sintéticas.

São manufacturados de três formas básicas: tecelagem, agulhoamento ou por processo térmico sob a forma de não-tecido. Não-tecido é uma estrutura plana, flexível e porosa, constituída de véu ou manta de fibras ou filamentos, orientados direcionalmente ou ao acaso, consolidados por processo mecânico (fricção) e/ou químico (adesão) e/ou térmico (coesão) e combinações destes (ABINT, 2001). Os geotexteis possuem uma ampla gama de utilização na engenharia civil: nas zonas

costeiras, rios e inundações, no controle de aterros e terrenos contaminados, uso rodoviário e ferroviário, na impermeabilização estrutural da água e na contenção do lodo (KETTLEY, 2011).

Os geotêxteis fazem parte de um grupo maior, os geossintéticos. Nesse grupo estão agregados as geomembranas, georedes e geogrelhas. Os geotêxteis são os mais significativos. As geomembranas são constituídas principalmente por fibras sintéticas, são impermeáveis e flexíveis e têm como finalidade servir de barreira para umidade e vapor de água. As georedes são utilizadas para drenagem, através da condução de fluidos. As geogrelhas são aplicadas para separação e reforço (ARAÚJO et al., 2000). Na **Figura 10**, alguns geossintéticos.

Figura 10. Exemplos de geossintéticos.



Fonte: EMPRESAS CONSTRUCCIÓN, 2016.

A biodegradabilidade das fibras naturais levou a um ressurgimento do seu uso em aplicações geotécnicas, onde estruturas não-permanentes são necessárias para proteger temporariamente e permitir o crescimento natural da folhagem local na terra e em vias navegáveis em recuperação, restauração ou desenvolvimento (LAWRENCE; COLLIER, 2005).

4.4.4. Têxteis Técnicos na Medicina

Os têxteis possuem diversas aplicações na área médica. Esses podem ser classificados como: têxteis cirúrgicos, sendo esses por sua vez, classificados em têxteis implantáveis e não-implantáveis; tecidos para sistemas extracorporais, como rins e outros órgãos artificiais; produtos de higiene e saúde, como os vestuários de proteção, roupas de cama, entre outros (ARAÚJO et al., 2000).

Dentre as aplicações citadas, uma de grande valia é relacionada à engenharia tecidual. As fibras têxteis podem ser utilizadas para auxiliar a cultivar células de diferentes órgãos humanos. O processo envolve a cultura e crescimento de células vivas, originadas de órgãos humanos, em *scaffold* têxtil, para as formas bidimensionais e/ou tridimensionais desejadas. O *scaffold* é feito a partir de fibras biodegradáveis e reabsorvíveis, que por sua vez são produzidas a partir de polímeros biocompatíveis e degradáveis (FARRINGTON et al., 2005)

As principais especificações para os têxteis técnicos aplicados na medicina são a não-toxicidade, as propriedades mecânicas e a biocompatibilidade do material. Os materiais utilizados incluem fibras, fios e compósitos. O algodão e a seda são os materiais naturais mais comuns. Quanto aos artificiais, fibras de celulose regenerada são as mais comuns (ARAÚJO et al., 2000). Na **Figura 11**, têxteis (bandagens) aplicados na área médica.

Figura 11. Exemplo de têxteis na área médica – aplicação de bandagens.



Fonte: BALTEX, 2016.

A fibra de alginato é uma das mais utilizadas nos têxteis médicos. Pelo fato do alginato ser não-tóxico, não-carcinogênico, não-alergênico, ser biocompatível e esterilizável, além de oferecer processamento barato por tecnologias de não tecidos, faz desta fibra uma excelente alternativa (MURI; BROWN, 2005).

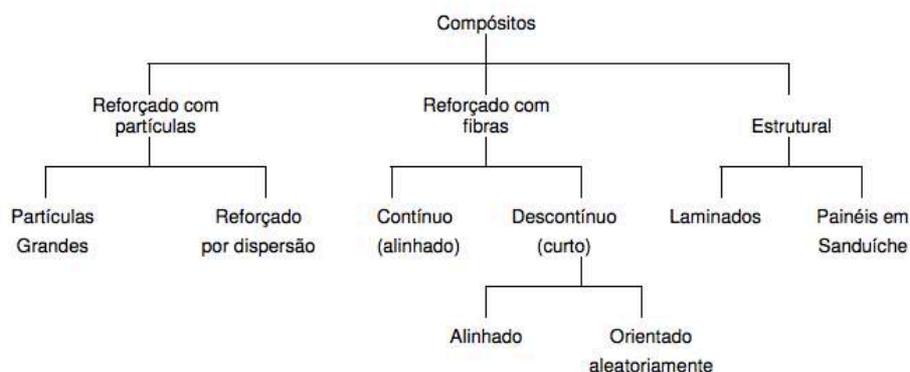
Segundo Ciechańska e Nousiainen (2005), o mercado mundial de biomateriais é estimado em 725 bilhões de dólares, com o crescimento de aproximadamente 10 a 15% por ano. As áreas de aplicação de biomateriais consistem em dois tipos: baixa e alta tecnologia. Os de baixa, dizem respeito a dispositivos protéticos à base de biomateriais, utilizados nas áreas de ortopedia, odontologia, transporte de medicamentos, cardiovascular e oftalmologia. Os de alta, são aqueles com aplicações em tecidos e regeneração óssea, cicatrização de

feridas, bioadesivos, rádio-terapêuticas e aplicações na cirurgia plástica. Devido à ampla disponibilidade de matérias-primas naturais e às atuais limitações do cultivo do algodão (a fibra natural mais utilizada em têxteis biomédicos), há uma grande demanda por processos simples, ecológicos e econômicos para a produção de tipos de algodão e outras fibras de celulose com propriedades semelhantes ou melhores para tais finalidades.

4.4.5. Compósitos

De acordo com Callister (2008), compósito pode ser considerado como qualquer material multifásico que exibe uma proporção significativa de ambas as partes que o constituem e assim é obtido um material com melhores combinações de qualidades. Muitos deles são constituídos por duas fases: uma denominada matriz, a qual é contínua e envolve outra fase, chamada de dispersa. As três divisões mais comumente utilizadas são: compósitos reforçados com partículas, compósitos reforçados com fibras e compósitos estruturais. Na **Figura 12** apresenta-se a classificação dos compósitos.

Figura 12. Classificação de compósitos.

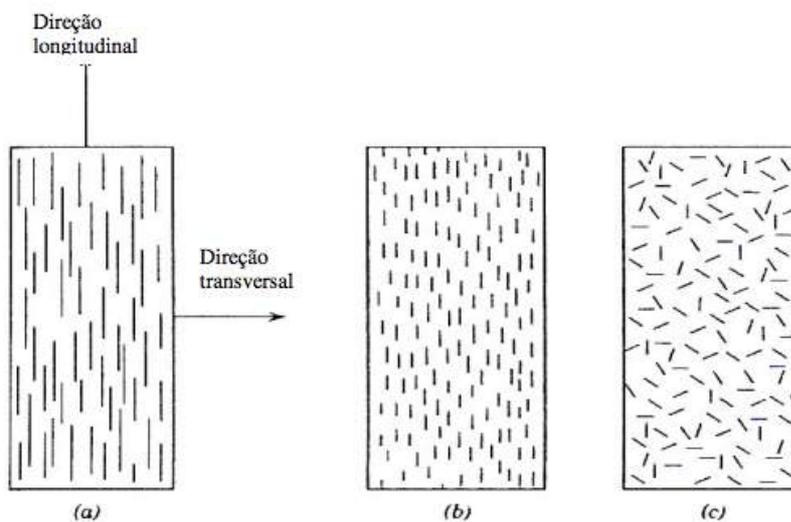


Fonte: CALLISTER, 2008.

Ainda, segundo esse mesmo autor, tecnologicamente os compósitos mais importantes são aqueles nos quais a fase dispersa está no formato de fibra. O objetivo ao se desenvolver esse tipo de material na maioria das vezes é aumentar a resistência ou a rigidez em relação ao peso. São de grande influência para se alcançar essas propriedades: o comprimento da fibra, sua orientação e

concentração. Na **Figura 13** apresentam-se ilustrações de compósitos reforçados com fibras.

Figura 13. Compósitos reforçados com fibras **(a)** contínuas e alinhadas; **(b)** descontínuas e alinhadas; **(c)** descontínuas e aleatoriamente orientadas.



Fonte: CALLISTER, 2008.

Tradicionalmente, as fibras naturais são destinadas, em geral, para a produção de fios, tecidos, malhas para vestuário, nãotecidos, têxteis-lar e alguns têxteis técnicos. As fibras naturais como reforço para estruturas compósitas têm encontrado aplicações na construção civil, indústria, móveis, embalagens e componentes automotivos. O uso de materiais lignocelulósicos como reforço em compósitos tem recebido maior atenção, especialmente na indústria automobilística, em particular por causa do seu baixo peso específico e baixo custo. Prevê-se que os compósitos de fibras naturais vão substituir gradualmente as fibras sintéticas tradicionais, em particular a fibra de vidro que possui peso específico mais elevado e, assim, abrir novas oportunidades de mercado para os agricultores (SEYAM et al., 2015).

Compósitos reforçados com fibras naturais têm vantagens, como exemplo: simplicidade de produção e versatilidade. Além das propriedades mecânicas elevadas em termos de resistência à tração e leveza, as fibras naturais têm vantagens em termos de baixos custos de produção, baixas emissões de poluentes e baixo consumo de energia para a sua produção e descarte. Os custos para a

produção e eliminação no fim da sua vida, são, em geral, significativamente menores do que para um material compósito artificial (BORRI et al., 2013).

4.5. Fibras vegetais e a sustentabilidade

De acordo com o Relatório Brundtland apresentado na Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), o “desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades” (WCED, 1987).

A conscientização a respeito dos problemas ambientais tem crescido nas últimas décadas. Isto levou a uma maior discussão e reorientação dos comportamentos sociais e industriais. Entre os requisitos gerais para se alcançar a sustentabilidade, ressalta-se que os novos produtos devem basear-se em recursos renováveis, otimizando o emprego de recursos não-renováveis e não acumular lixo que o meio ambiente não seja capaz de absorver (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

A pressão pública e governamental para a produção de produtos considerados sustentáveis tem aumentado nos últimos anos. Na indústria têxtil, a demanda por materiais eco-friendly tem levado empresas a repensarem sua produção e investir na pesquisa e desenvolvimento de novas alternativas aos têxteis tradicionais, para os quais há uma grande utilização de energia, água e produtos químicos (KOZLOWSKI et al., 2005).

As fibras vegetais não fogem à regra, já que os métodos tradicionais são poluentes, mesmo que em menor escala quando comparados à produção de fibras artificiais. Todavia, algumas características das fibras vegetais são de grande importância ecológica. As principais vantagens das fibras vegetais em comparação as fibras sintéticas são o seu baixo custo, abundância natural e biodegradabilidade (FUENTES et al., 2014).

A biodegradação pode ser vista como o método utilizado pela natureza para a reciclagem de resíduos e para decompor materiais orgânicos em compostos que podem ser utilizados como nutrientes por outros organismos. Esta repartição de materiais é realizada através da ação de vários microrganismos tais como bactérias, fungos, insetos, vermes, e muitos outros. Através deste processo de biodegradação, é possível à natureza limpar resíduos, para proporcionar nutrientes para o crescimento de novas vidas, e para produzir a energia necessária para vários processos biológicos. Portanto, o processo de biodegradação é muito importante para a natureza e para o ambiente. Como resultado, a biodegradabilidade é uma

condição essencial para os materiais utilizados no dia-a-dia e é considerada um dos mais importantes parâmetros para avaliar a sua sustentabilidade (RANA et al., 2014, p. 83, tradução nossa).

Algumas dessas fibras podem ser produzidas de acordo com as chamadas “tecnologias verdes”, nas quais produtos são produzidos e usados de uma forma que conserve os recursos naturais e o meio ambiente. A tecnologia verde implica em maneiras novas e inovadoras para fazer alterações na vida diária. Este campo envolve a evolução dos métodos, materiais e técnicas para a geração de energia para produtos limpos e não-tóxicos. Existem diferentes tipos de tecnologias verdes. A mais importante e urgente é a geração de energia. São necessárias maneiras mais eficientes de produzir a mesma. As tecnologias químicas também são primordiais, já que através delas podem-se prevenir perdas, utilizar produtos químicos mais seguros, usar matérias-primas renováveis e também criar produtos que se degradem após o seu uso. Outra tecnologia verde com grande potencial é a nanotecnologia, a qual pode revolucionar a criação de produtos sustentáveis (MAHAPATRA, 2015).

Entretanto, existem problemáticas associadas à utilização de fibras naturais, como, por exemplo, suas fraquezas inerentes, baixo módulo de elasticidade, alta absorção de água, susceptibilidade ao ataque de fungos e insetos, além da falta de durabilidade em meio de elevada alcalinidade poderiam ser solucionadas através das tecnologias verdes. A pesquisa nesta área é extremamente necessária. Apesar dos problemas, a utilização de fibras vegetais ainda é uma alternativa considerada ecológica e que merece atenção, visto os impactos ambientais que a produção de outros tipos de fibra acarreta. Além disso, a produção de fibras vegetais exerce implicações sociais de grande importância à sociedade, como o fortalecimento das culturas rurais onde são cultivadas e/ou extraídas (SWAMY, 1990).

Diversas pesquisas de novas tecnologias verdes vêm sendo realizadas na área têxtil. Podem-se citar como exemplos: i) as estruturas têxteis que têm características sustentáveis, ambientalmente amigáveis e funcionais (ALAY et al., 2016); ii) processo de tingimento reativo totalmente reciclável para o algodão, baseado nos princípios de redução de resíduos, reutilização e reciclagem de recursos (CHEN et al., 2015); iii) estudos na cadeia de indústria de tinturaria têxtil (ANGELIS-DIMAKIS et al., 2016) e; iv) degradação de corantes na indústria têxtil através do uso de novas tecnologias (RAMAN; KANMANI, 2016).

4.6. Design de produtos

De acordo com o ICSID (International Council of Societies of Industrial Design), o *design* é uma atividade criativa que objetiva estabelecer qualidades multifacetadas dos objetos, processos, serviços e seus sistemas em ciclos de vida completos. Portanto, *design* é o fator central da humanização inovadora de tecnologias e o fator crucial de intercâmbio cultural e econômico. O *design* visa descobrir e avaliar relações estruturais, organizacionais, funcionais, expressivas e econômicas, com a tarefa de: reforçar a sustentabilidade global e a proteção ambiental (ética global); dar benefícios e liberdade para toda a comunidade humana, individual e coletiva; usuários finais, produtores e protagonistas de mercado (ética social); apoiar a diversidade cultural apesar da globalização do mundo (ética cultural); dando produtos, serviços e sistemas que sejam expressivos e coerentes (ICSID, 2015).

Nesse contexto, Bürdek (1999) delimita alguns pontos que um bom *design* deverá sempre atender: visualizar progressos tecnológicos; priorizar a utilização e o fácil manejo de produtos; tornar transparente o contexto de produção, do consumo e da reutilização; promover serviços e a comunicação. Para esse autor, cada objeto é resultado de um processo de desenvolvimento determinado por condições e decisões. As condições, sejam elas culturais, sociais, ambientais ou econômicas, têm um grande peso na configuração de um produto. Em meio a essa condensada teia, surgem produtos que por si só informam, comunicam e simbolizam.

Em meio ao turbilhão de novos produtos e mensagens que surgem a cada dia, novas necessidades, baseadas em aspectos sociais, econômicos e ambientais ganham espaço, como a criação de produtos que tenham um menor impacto ambiental e que também sejam produzidos respeitando, além do meio ambiente, os seres humanos. Assim, surgem vertentes dentro do *design* que procuram agregar estas necessidades com mais profundidade no projeto de produto, como o *ecodesign* (BÜRDEK, 1999).

4.6.1. Ecodesign

A consciência acerca dos problemas ambientais levou as sociedades e indústrias a discutirem e procurarem soluções para os comportamentos sociais que afetam o meio ambiente (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

O aquecimento global, aumento da consciência ambiental, as questões de gestão de resíduos, diminuição dos recursos fósseis, e os preços do petróleo são algumas das razões pelas quais os materiais verdes obtidos a partir de recursos renováveis estão cada vez mais sendo promovidos para o desenvolvimento sustentável (THAKUR, 2014, p. 1, tradução nossa).

Ecodesign é um modelo de projeto orientado por critérios ecológicos, que tende a enfrentar os temas postos pela questão ambiental partindo do redesenho dos próprios produtos. Trata-se assim de promover novos critérios de qualidade que sejam sustentáveis para o meio ambiente, socialmente aceitáveis e culturalmente atraentes. O designer ao atuar sob a óptica do *ecodesign*, busca aliar a atividade de criação com o ecologicamente necessário, fazendo nascer novas propostas que sejam social e culturalmente aceitas (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

Com forte demanda da sociedade por projetos considerados sustentáveis esta tendência ganha cada vez mais espaço e é considerada essencial em muitas empresas cujo histórico poluidor é existente, como por exemplo a indústria têxtil. Além da motivação ambiental, existem diversas razões pelas quais se opta por utilizar os modelos propostos no *ecodesign*. Pode-se citar a redução de custos, legislações de regulamentação, competição entre empresas, pressões do mercado, requerimentos de compradores industriais, inovação, motivação de empregadores, responsabilidades das companhias e também como ferramenta de comunicação e marketing (BHAMRA, 2007).

Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI) entre os desafios e as oportunidades que estão por vir na indústria têxtil, destacam-se:

A partir da consolidação de metodologias aplicáveis ao setor, com o apoio de serviços especializados e capacitação adequada, poderão ser disseminadas informações para atuação sustentável integrada dos diversos atores da cadeia, tais como agricultores, produtores, trabalhadores e designers. Munidos de informações integradas, todos poderão contribuir de modo consciente para a minimização dos impactos indesejáveis ao meio ambiente, promovendo mudanças expressivas no patamar de sustentabilidade (CNI, 2012, p.14).

É crescente, assim, a demanda por utilização de materiais biodegradáveis e sustentáveis como as fibras naturais, que para a indústria têxtil constituem

alternativas de materiais que agridem menos a natureza e que poluem menos o meio ambiente durante o seu beneficiamento (BHAMRA, 2007).

4.6.2. A importância do estudo de novos materiais

Após apresentar os conceitos acima, destaca-se a importância de estudar novos materiais, conhecer as suas propriedades e ser capaz de prever o seu comportamento é essencial no contexto da sustentabilidade e das tecnologias verdes. É necessário saber quando e onde eles devem ser utilizados, respondendo assim de modo adequado às exigências comportamentais (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

Fletcher e Grose (2011) atentam para a importância dos materiais para a sustentabilidade. Segundo os autores, estes são essenciais devido ao uso de energia, o fluxo de recursos e trabalho associados com seu desenvolvimento e utilização. Devido a conexão direta dos materiais com a problemática ambiental desenfreada pela industrialização, o estudo de novas alternativas e práticas sustentáveis torna-se urgente e extremamente necessária.

Projetistas e engenheiros têm a possibilidade de selecionar materiais diversificados e devem considerar as várias tecnologias de transformação e de beneficiamento dos mesmos. Em uma visão que considera a sustentabilidade ambiental, ao escolher materiais que apresentem um menor impacto ambiental, podem preservar os recursos para as gerações futuras, considerando como de grande importância o seu grau de renovação (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

É necessário desenvolver projetos de design que, dentro do possível, utilizem materiais locais disponíveis, produção em pequena série, e que empreguem mão-de-obra local. A integração de uma atitude mais local com técnicas mais automatizadas para a produção de produtos pode fornecer um caminho em direção a uma economia de mercado, ao mesmo tempo que assegura desenvolvimento e mudanças em direção a práticas que são responsáveis do ponto de vista social e ambiental (BRANDÃO, 2007, pg. 21).

O setor têxtil está associado a diversos problemas ambientais. Podem-se citar as mudanças climáticas, poluição da água, poluição química, perda de biodiversidade, efeitos nocivos para as comunidades produtoras, trabalhadores e consumidores, além da geração de resíduos. Todavia, é possível aplicar práticas

sustentáveis no setor, como selecionar materiais de fontes renováveis de rápida renovação, materiais com níveis reduzidos de insumos de produção, melhores condições de trabalho para os produtos e materiais produzidos com menos desperdícios (FLETCHER; GROSE, 2011).

Na região amazônica, artesãos e estilistas têm a disponibilidade de várias fibras vegetais, inclusive com a possibilidade de desenvolvimento de técnicas que permitam o melhor aproveitamento e utilização destas em suas produções (LEAL, 2012). Dentre essas, destaca-se o tururi, material fibroso da palmeira Ubuçu.

4.7. Artesanato

De acordo com a UNESCO¹ (1997), produtos artesanais são:

(...) aqueles confeccionados por artesãos, seja totalmente a mão, com uso de ferramentas ou até mesmo por meios mecânicos, desde que a contribuição direta manual do artesão permaneça como o componente mais substancial do produto acabado. Essas peças são produzidas sem restrição em termos de quantidade com o uso de matérias-primas de recursos sustentáveis. A natureza especial dos produtos artesanais deriva de suas características distintas, que podem ser utilitárias, estéticas, artísticas, criativas, de caráter cultural e simbólicas e significativas do ponto de vista social (UNESCO, 1997¹ apud BORGES, 2011, p.21).

Adélia Borges (2011) é referência na questão da identidade brasileira no trabalho de artesãos e *designers* na revitalização do artesanato nacional. Segundo essa autora, o pensamento criativo e a inteligência projetual não são privilégios de pessoas que receberam educação formal. Pelo contrário, se encontram nas mais variadas populações, também nos países em desenvolvimento. Através de um rápido olhar, é perceptível em diversas regiões do Brasil características únicas de sua produção, carregadas de história e significados.

A história do artesanato têxtil brasileiro acompanha, portanto, o perfil de formação de nossa cultura: conhecimentos indígenas se misturam àqueles trazidos pelos portugueses, recebendo contribuições africanas e de outros europeus. Esse é um dos diferenciais de nosso artesanato, que o destaca internacionalmente e que torna ainda mais essencial o resgate e a valorização de técnicas tradicionais e sua renovação por meio de parcerias construtivas (KUBRUSLY e IMBROISI, 2011).

¹ UNESCO/ITC Symposium "Crafts and the international market: trade and customs codification" Manila, 6-8 October 1997. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/es/culture/themes/creativity/creative-industries/crafts-and-design/>>. Acesso em: 14 maio 2016.

No norte do país, especificamente no estado do Pará, nota-se uma importante e condensada visão artística, retratada em diversos elementos culturais. O artesanato é parte dessa teia de significações, tendo diversas facetas na região. Ora tradicionais e ora modernos, os artesanatos convivem juntos, demonstrando através dos objetos a história do estado e das regiões onde são produzidos. “(...) o produto artesanal adquire significados que vão além do seu valor de uso e se tornam objetos tido como “singulares”. Elementos diferenciadores são enfatizados e incorporados pela lógica capitalista, como ferramenta de distinção” (ALMEIDA, 2013, p.49).

No município de Muaná-PA observa-se o artesanato na criação de diversos objetos, utilizando além de matéria-prima local, os gostos e visões daqueles que os produzem. Pode-se pensar que “O artesanato, além de ser uma atividade produtiva, também está intimamente relacionado com quem produz. O artesão, produtor de tais objetos, imprime sua história, sua técnica e seu repertório cultural; esses elementos característicos de sua comunidade vinculam o produto à região.” (ALMEIDA, 2013, p.49).

É o trabalhador que de forma individual exerce um ofício manual, transformando a matéria-prima bruta ou manufaturada em produto acabado. Tem o domínio técnico sobre materiais, ferramentas e processos de produção artesanal na sua especialidade, criando ou produzindo trabalhos que tenham dimensão cultural, utilizando técnica predominantemente manual, podendo contar com o auxílio de equipamentos, desde que não sejam automáticos ou duplicadores de peças (PROGRAMA NACIONAL DO ARTESANATO, 2012, p.11).

Por fim, é importante também ressaltar o aspecto econômico do artesanato. Segundo levantamento realizado pela Secretaria do Desenvolvimento da Produção, órgão do Ministério do Desenvolvimento, em 2000, o artesanato movimentou perto de R\$ 28 bilhões por ano no Brasil e correspondeu a cerca de 2,8% do PIB (FERNANDES, 2000). Estima-se que cerca de 8,5 milhões de brasileiros viviam do artesanato em 2013 e que o artesanato movimentou nesse ano mais de R\$50 bilhões na economia brasileira (CALDAS, 2013).

4.8. A palmeira Ubuçu

A Amazônia é a região de origem para a maior diversidade de palmeiras no Brasil, onde 35 dos 42 gêneros e 150 de 193-208 espécies reconhecidas no país são encontrados. Entre a enorme biodiversidade da floresta amazônica, palmeiras têm grande importância social e econômica, uma vez que servem como fonte de

alimento, bem como matéria-prima para a construção de casas e objetos utilitários pela população tradicional da região (HENDERSON et al., 1995).

A palmeira Ubuçu (*Manicaria saccifera* Gaertn.) é encontrada na floresta amazônica brasileira e de países adjacentes. Da palmeira do Ubuçu pendem cachos de frutos protegidos por um invólucro, formado por tecido fibroso, flexível e resistente, denominado “tururi” (LEAL, 2012).

Na presente pesquisa, denomina-se o material fibroso como um nãotecido devido a observação de sua estrutura fibrosa em forma de rede, com suas fibras constituintes apresentando várias bifurcações. Assim esse material pode ser classificado como sendo um nãotecido natural (ABINT, 2001).

Na **Figura 14a** é apresentada a palmeira com sacos de tururi (originária da cidade de Muaná-PA). Na **Figura 14b** mostra-se o saco, de onde provêm o material fibroso, recobrindo os frutos, sendo esse material colhido em 1987, no Pará, Ilha de Marajó, Comunidade São Sebastião, floresta de várzea alta, 00° 15' S, 50° 30' W (-0.25, -50.5). (THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN, 2013).

Figura 14. (a) Palmeira Ubuçu (Muaná-PA); (b) saco fibroso (tururi) contendo os frutos.



(a)

(b)

Fonte: MONTEIRO; BARUQUE-RAMOS, 2016; THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN, 2013.

O nome científico da palmeira do Ubuçu é *Manicaria saccifera* Gaertn. e a sua classificação científica obedece a seguinte ordem: Reino – Plantae; Divisão –

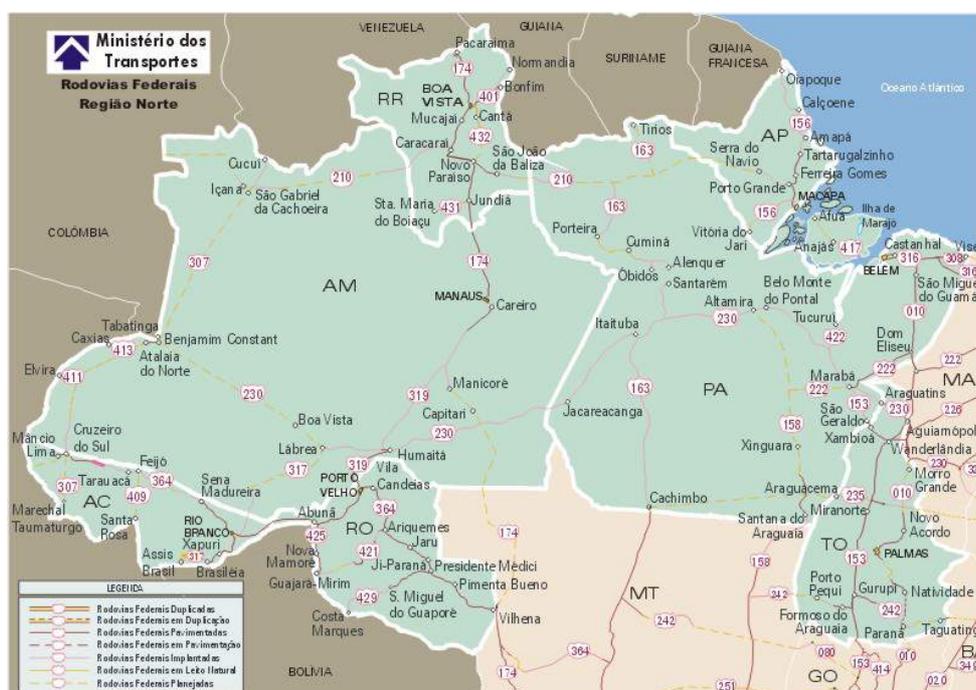
Magnoliophyta; Classe – Liliopsid; Ordem – Arecales; Família – Arecaceae; Gênero – *Manicaria*; Espécie – *Manicaria saccifera* Gaertn. (OLIVEIRA; D' ALMEIDA, 2011).

O tronco da palmeira chega a ter 3 a 4 m de altura, enquanto a palmeira em sua totalidade chega de 3 a 6 metros de altura. Ela cresce em sentido vertical com uma superfície ondulada e chega a ter quando adulta 30 cm de diâmetro. As folhas têm de 4 a 8 metros de comprimento, por 1,5 metros de largura. Os frutos são cobertos com um revestimento exterior estriado. Uma fruta madura pesa cerca de 38 g. Os núcleos individuais são de cor escura e medem cerca de 3 cm de diâmetro. Cada árvore produz quatro cachos de frutos por ano, dos quais cerca de 6-7 kg é fruto (Figura 14b). A colheita é feita sazonalmente nos períodos dos meses de dezembro a fevereiro (BALICK, 1979).

Trata-se de espécie nativa da América Central, Venezuela, Colômbia, Guianas e Brasil. No Brasil, a palmeira do Ubuçu é oriunda da região amazônica e é encontrada principalmente nos Estados do Amazonas, Pará e Amapá. Nesses Estados a palmeira se encontra abundantemente nas florestas de várzeas e ilhas. “Esta fibra é coletada nas terras baixas da floresta amazônica, as várzeas. A extração é feita manualmente por ribeirinhos que moram próximo e que estão acostumados com as dificuldades naturais do local” (LEAL, 2012, p. 3).

Nas **Figuras 15 e 16** observam-se os Estados do norte do Brasil onde a palmeira é encontrada, assim também como a localização de Muaná, cidade paraense de onde o tururi caracterizado neste estudo foi extraído e também onde está presente a cooperativa de artesanato Flor do Marajó, a qual atua desde 1995 (há 21 anos) desenvolvendo artigos com o material.

Figura 15. Mapa da região norte do Brasil, apresentando os Estados do Amazonas (AM), Pará (PA) e Amapá (AP), onde a palmeira Ubuçu é encontrada.



Fonte: MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2015.

Figura 16. Cidade de Muaná (com limites indicados pela linha lilás), localizada na Ilha de Marajó (PA), onde atua a cooperativa Flor do Marajó.



Fonte: WIKIPEDIA, 2016.

4.8.1. Características e usos do tururi

O tururi é saco que envolve os frutos da palmeira Ubuçu. O material é utilizado constantemente pela população ribeirinha amazônica e por artesãos da região. Nas comunidades da região amazônica, são utilizados o tronco, folhas e frutos das mais diversas maneiras e com aplicações dos mais variados tipos. As brácteas pedunculares (espatas) servem para elaboração de cestaria e diferentes objetos artesanais (MEDINA, 1959).

De acordo com Maia (2009), o tururi como produto surgiu na criação de sacolas que eram vendidas nos grandes mercados regionais. Em seguida vieram os leques e ventarolas, seguidos por pequenos objetos utilitários como porta-níqueis. O tururi também é usado no artesanato e na moda, porém o seu uso ainda é restrito e muito ligado a produtos destinados ao turismo. Hoje são desenvolvidos aprimoramentos nas técnicas de beneficiamento e tingimento do material fibroso, todavia tais técnicas são realizadas de maneira dispersa, não possibilitando assim que elas possam ser difundidas entre as comunidades regionais. **Na Figura 17**, alguns produtos confeccionados pela cooperativa Flor do Marajó.

Figura 17. Produtos confeccionados pela Cooperativa Flor do Marajó.



Fonte: FOTO DA AUTORA, 2016.

A cooperativa Flor do Marajó, estabelecida na cidade de Muaná-PA, desenvolve diversos trabalhos artesanais com o material fibroso do tururi. A cooperativa já atuou com o SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio a Pequenas e Micro- Empresas) e estilistas brasileiros como Jum Nakao (ARTESANATO SEBRAE, 2010). **Na Figura 18** imagens da coleção desenvolvida juntamente com o estilista.

Figura 18. Coleção “Matizes de Muaná”.



Fonte: ARTESANATO SEBRAE, 2010.

Na **Figura 19** observa-se o catálogo desenvolvido pelo SEBRAE para os produtos da cooperativa.

Figura 19. Catálogo da Cooperativa Flor do Marajó.



Fonte: SEBRAE, 2011.

4.8.2. Pesquisas realizadas com a fibra de tururi

O tururi ainda é pouco conhecido em nível mundial e o número de pesquisas científicas com o mesmo ainda é pequeno e, via de regra, são pesquisas originárias em países onde é encontrada a palmeira Ubuçu. São indicadas a seguir, as pesquisas reportadas até a presente data. Os principais resultados dessas pesquisas são comparados aos do presente estudo no item Resultados e Discussão.

Oliveira e D'Almeida (2011) realizaram a caracterização do tururi natural por análise térmica (TGA), calorimetria exploratória diferencial (DSC), difração de raios X e espectroscopia infravermelha (FTIR). A morfologia das fibras foi caracterizada através de Microscopia eletrônica de varredura com microanálise de raios-X (SEM+EDS), e a carga de ruptura à tração do material fibroso foi determinado. Os mesmos autores também desenvolveram uma pesquisa com a descrição do comportamento mecânico de materiais compósitos termofixos reforçados com fibras de *Manicaria saccifera*. Ainda, o compósito, desenvolvido com as fibras de tururi e resina de mamona, teve uso sugerido como piso em parquet.

Em outra referência, Oliveira e D'Almeida (2013) descrevem o comportamento mecânico de flexão e compressão de compósitos produzidos com matriz polimérica de resina termofixa e reforço de fibras de *Manicaria saccifera* obtidas do material fibroso que recobre os frutos (tururi). De acordo com os autores, os resultados obtidos são comparáveis com os dados de outros compósitos de matriz polimérica com fibras lignocelulósicas, o que demonstra a viabilidade de utilização de fibras de *Manicaria saccifera* como reforço. O comportamento de desgaste dos compósitos também foi analisado.

Porras et al. (2015) desenvolveram a caracterização de um tecido de celulose natural não convencional da palmeira *Manicaria saccifera* como possível reforço de materiais compósitos. O material foi caracterizado por análise da composição química, análise de espectroscopia infravermelha (FTIR), estudos morfológicos (SEM), análise termogravimétrica (TGA) e estudos das propriedades físicas/mecânicas.

Melo et al. (2014) utilizaram o tururi como absorvente para a remoção de íons Cd^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , e Pb^{2+} de soluções aquosas, em ambas as condições: carga a carga e leito fixo. Foi verificado que a modificação das fibras tururi com hidróxido de sódio aumentou a eficiência de adsorção de todos os íons de metais estudados.

Isaza et al. (2013) realizaram uma revisão sobre o uso, produção e conservação de fibras de palmeira na América do Sul. Nesse trabalho a palmeira *Manicaria saccifera* é citada no que diz respeito a sua localização geográfica e tipologia de uso.

Porras e Maranon (2012) desenvolveram e realizaram a caracterização mecânica de um painel de sanduíche de núcleo fabricado a partir da fibra *Manicaria (Manicaria saccifera)* como reforço e ácido polilático (PLA) como matriz de resina.

Saraiva (2013) desenvolveu um laminado de madeira reforçado com fibras naturais. A matriz foi poliéster tereftálico insaturado e pré-acelerado obtido comercialmente (Duverpoly 754) e o agente de cura um peróxido de MEK (Butanox M-50) na proporção de 0,33% em volume. As fibras de tururi, sisal e curauá foram utilizadas em cada amostra de laminado fabricado.

Jardim et al. (2010) realizaram um estudo sobre o desenvolvimento de tecnologias voltadas à fibra de tururi aplicada ao projeto de ecoembalagens.

Leal (2012) abordou a diversidade da fibra do tururi através da análise de sua aplicabilidade e usabilidade.

Duarte (2011) realizou a fabricação e caracterização de material compósito de resina poliéster reforçada por tecido de fibra de tururi extraído da palmeira Ubuçu.

Monteiro e Baruque-Ramos (2016) abordam as características têxteis da fibra e seu potencial de uso no artesanato por comunidade amazônica.

4.9. Caracterização de fibras têxteis

Para Ihueze et al. (2015), projetistas e designers possuem um grande interesse quanto a estimativa das tensões de falha de um material a ser empregado em seu projeto. As características mais importantes que requerem consideração para a maioria dos componentes de engenharia incluem: propriedades mecânicas (resistência, rigidez, resistência específica, fadiga, resistência e a influência de temperaturas altas ou baixas sobre essas propriedades), a suscetibilidade à corrosão e degradação, propriedades de uso, resistência e atrito, propriedades especiais (por exemplo, propriedades térmicas, elétricas, ópticas e magnéticas, capacidade de amortecimento, etc.), moldagem e/ou outros métodos de fabrico e os custos totais atribuíveis ao percurso de fabricação do material selecionado.

Por essa razão, a caracterização física e química de materiais é de grande importância. A seguir são comentados os testes realizados neste estudo e que são essenciais para entender o comportamento de materiais têxteis.

4.9.1. Título

Segundo Queiroz (2007) o peso do fio é um fator físico e econômico muito importante na área têxtil. O valor absoluto de resistência de uma fibra ganha sentido quando é relacionada com sua área de seção transversal ou com sua densidade linear, isto é, peso por unidade de comprimento (título).

O título é um parâmetro de comparação que serve para orientar transações comerciais e também na escolha de uso de têxteis. Faz uma correlação entre peso e comprimento dos materiais têxteis (PITTOLI, 2008).

4.9.2. Gramatura

A gramatura é o peso por metro quadrado de um material (DORAISWAMY; BASU, 2007).

A gramatura é um parâmetro chave no mercado tradicional de têxteis, com tecidos com gramaturas maiores sendo normalmente utilizados em peças como calças e saias, e gramaturas mais leves para camisas, blusas e vestidos. Do ponto de vista do design em têxteis, a gramatura pode ser alterada ou controlada por meio de três opções: o número empregado de fios, o título dos fios e a construção do tecido. Também pode ser alterada utilizando tratamentos mecânicos e químicos nos tecidos após a tecelagem (EL MOGAHZY, 2009).

4.9.3. Tração

Segundo Reedy e Yang (2005), os testes de tração estão relacionados ao comportamento das fibras quando uma força de deformação é aplicada ao longo do eixo das mesmas em termos de tenacidade, porcentagem de alongamento, módulo de Young e carga de ruptura. Geralmente, as fibras naturais têm como característica a maior tenacidade e alongamento inferior ou o contrário.

A porcentagem de alongamento é uma medida da rigidez do material, que é a sua resistência à extensão. Quanto maior for o módulo de um material, este menos se estende para uma dada força. A carga de ruptura é uma medida da dureza do material e é relacionada à energia total necessária para quebrar o material. Depende tanto da tenacidade quanto do alongamento de uma fibra. Um trabalho maior de ruptura significa um tecido mais durável, mesmo para uma fibra de baixa resistência (REEDY; YANG, 2005).

O módulo de Young é a razão da variação da tensão na variação do alongamento dentro do limite elástico do material. A razão é calculada pela tensão, expressa em força por unidade de área de seção transversal, e o alongamento expresso como uma fração do comprimento original (GUIMARÃES, 2014).

4.9.4. Teor de Regain

O teor de regain pode ser entendido como sendo a quantidade de água recuperada pela fibra completamente seca, ou seja, é o peso de vapor de água no material, expresso como porcentagem do material completamente seco (SILVEIRA, 2011). Os materiais têxteis variam suas dimensões físicas, peso e propriedades em função do seu conteúdo de umidade. Por essa razão, é necessário descrever precisamente o conteúdo de água no ar no qual o têxtil está em equilíbrio para que suas propriedades tenham significado (QUEIROZ, 2007).

4.9.5. Microscopia da fibra

A microscopia óptica tem sido utilizada há muitos anos como um método fiável para determinar a morfologia longitudinal de uma fibra, assim como as vistas em corte transversal. A presença de características morfológicas, tais como a forma e o tamanho da fibra, assim como a natureza de sua superfície, podem ser facilmente detectadas. Uma ampliação superior a mil vezes é possível em microscopia óptica, embora se obtenha menos profundidade de campo quando se observa em ampliações dessa ordem (NEEDLES, 1986).

4.9.6. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Segundo Stuart (2004), a espectroscopia infravermelha é uma das mais importantes técnicas analíticas disponíveis para os cientistas de hoje. Uma das grandes vantagens dessa técnica é que pode ser utilizada em uma larga gama de amostras e estas podem ser estudadas em qualquer estado. A espectroscopia infravermelha é uma técnica com base nas vibrações dos átomos de uma molécula. Um espectro de infravermelhos é geralmente obtido por passagem da radiação infravermelha através de uma amostra, determinando qual a fração da radiação incidente é absorvida a uma determinada energia. A energia em que qualquer pico no espectro de absorção aparece corresponde à frequência de uma vibração de uma parte de uma molécula da amostra.

5. Metodologia

5.1. Caracterização da pesquisa

Quanto aos seus objetivos, a pesquisa tem caráter de pesquisa explicativa seja em caráter de ciência aplicada (testes de caracterização da fibra) como também social (interação com a cooperativa para registro de suas práticas, bem como observação de como as fibras são obtidas e processadas). A pesquisa assume o caráter explicativo pois, foi pretendido determinar as características têxteis do tururi e determinar as suas variantes. Esse tipo de pesquisa é usada principalmente quando se pretende identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Nas ciências sociais, bem como em outros campos da ciência, a pesquisa explicativa vale-se quase exclusivamente dos métodos experimentais (GIL, 2008).

Os procedimentos técnicos utilizados foram a pesquisa bibliográfica “(...) desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos” (GIL, 2008, p.47) e também a pesquisa experimental, que “(...) consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto” (GIL, 2008, p.48).

Foram executadas observações participantes, não sistemáticas e em situações naturais com as artesãs da cooperativa “Flor do Marajó”, durante a visita técnica realizada na cidade de Muaná-PA (realizada em 30/07/2014). Tal metodologia é oriunda da pesquisa qualitativa e se faz de grande valia a este projeto, pelas razões elucidadas abaixo:

A descoberta do universo vivido pela população implica compreender, numa perspectiva interna, o ponto de vista dos indivíduos e dos grupos acerca das situações que vivem. Para tanto os pesquisadores devem adotar preferencialmente técnicas qualitativas de coleta de dados e também uma atitude positiva de escuta e de empatia. Isto pode implicar conviver com a comunidade, partilhar o seu cotidiano (...) (GIL, 2008, p. 134).

Vale ressaltar que foram utilizados termos de autorização para divulgação dos materiais e imagens pela cooperativa “Flor do Marajó”. Esta cooperativa foi escolhida para o desenvolvimento desta pesquisa devido a sua longa experiência com o tururi, por desenvolver todas as etapas com esse material (extração, beneficiamento e confecção de produtos) e também por sua organização interna.

Cumprir notar que a pesquisa realizada com a cooperativa foi somente descritiva. Não houve intuito de qualquer tipo interferência em seu funcionamento. A pesquisa realizada não implica em qualquer abordagem em áreas tais como antropologia e/ou sociologia ou outras tais como, por exemplo, etnobotânica. A pesquisa consistiu na observação dos fatos da maneira em que ocorreram espontaneamente e no processo, foram observadas as variáveis que se presumiu serem importantes à pesquisa, com controle adequado para se alcançar os objetivos pré-estabelecidos para discriminar com precisão o que deveria ser coletado (LAKATOS; MARCONI, 2007).

5.2. Testes Têxteis

A caracterização têxtil do tururi (em fibras isoladas e em tiras) foi realizada através da determinação de valores para a fibra de: título médio, testes de tração e alongamento (carga, tenacidade, alongamento e módulo de Young), microscopia transversal, longitudinal e FTIR. Para as tiras (material fibroso não-tecido): espessura, gramatura, testes de tração e alongamento (resistência tênil, alongamento e módulo de Young) e valor de regain.

As fibras utilizadas nos testes foram retiradas dos sacos de tururi manualmente, de acordo com a observação do material, escolhendo-se fibras que apresentavam maior comprimento antes de se bifurcarem na estrutura do não-tecido.

As espécies de *Manicaria saccifera* Gaertn. foram coletadas na região do entorno da cidade de São Sebastião da Boa Vista – Pará (raio de 5000 m a partir de S -1° 23' 53.4156" W -49° 38' 14.9928") e Muaná - Pará (raio de 5000 m a partir de S -1° 20' 40.3506" W -49° 17' 45.3948").

Cumprir notar que a obtenção do material vegetal a ser pesquisado não necessita de autorização do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente) ou de qualquer outro órgão ambiental federal ou estadual, posto tratar-se de material normalmente comercializado na região do Pará (Brasil) e cuja compra e posse não possui qualquer restrição legal em nenhum dos Estados brasileiros.

5.2.1. Climatização das Amostras

Os testes foram realizados com amostras (fibras e não-tecidos) climatizadas de acordo com a norma ABNT NBR ISO 139:2005 (antiga ABNT NBR 8428:1984).

Todas as amostras foram climatizadas por um período mínimo de 48 horas, a 20°C e umidade relativa de 65%, na climatizadora de marca Mesdan (modelo Climatest M250-RH, Itália)

5.2.2. Determinação do Título das Fibras

Para determinação do título das fibras foi utilizada a norma ISO 1973:1995 (método gravimétrico), através da determinação do comprimento por meio manual com uso de régua de aço inox (REF. 534.030, Famastil Taurus Ferramentas, China) e a pesagem do material em balança analítica (Sartorius, modelo ED124S, Alemanha). Foram realizadas 20 determinações com amostras extraídas de diferentes sacos de tururi. Para a determinação de título ou densidade linear, foi utilizada a **Equação 1**:

$$T_m = \frac{M_m \times 1000}{L}$$

(Equação 1)

Onde:

T_m = Título (tex ou gramas por 1.000 m);

M_m = Massa da fibra ou massa média do feixe (g);

L = Comprimento da amostra de tururi (m).

5.2.3. Ensaio de Tração da Fibra de Tururi

Os testes de tração foram realizados de acordo com a norma ASTM D 3822-01 (e subsidiariamente com a norma ASTM D 1445-05) para a determinação das propriedades de tração e alongamento de fibras. Como aparelhagem do ensaio, foi utilizado o dinamômetro da marca Instron (modelo 5569, Norwood, EUA). As condições dos experimentos foram: célula de carga de 1000 N; comprimento efetivo das amostras de 25 mm; pré-tensão automática; velocidade de afastamento constante de 50 mm/min; garras emborrachadas de 25 x 25 mm; amostras com comprimento total de cerca de 100 mm e teste conduzido até a ruptura das amostras. Na **Figura 20** mostram-se as partes remanescentes das fibras após os testes de tração.

Figura 20. Partes remanescentes das fibras de tururi após o teste de tração.



Fonte: FOTO DA AUTORA, 2016.

Foram utilizados 20 corpos-de-prova, extraídos da estrutura de red na direção longitudinal dos sacos de tururi. Os corpos-de-prova foram analisados para determinação do seu título médio ou densidade linear (em TEX). O comprimento total da amostra foi aproximadamente de 100 mm, o suficiente para permitir a distância entre as garras de 25 mm (comprimento útil dos testes), como mostrado na **Figura 21**.

Figura 21. Fibra retirada de saco de tururi em teste no dinamômetro.



Fonte: FOTO DA AUTORA, 2016.

Os valores de densidade linear (TEX), calculados para cada amostra foram fornecidos ao dinamômetro previamente antes de cada teste. Com este ensaio foram calculados as médias, desvios-padrão e coeficientes de variação dos valores de carga máxima (N), carga de ruptura (N), tenacidade na ruptura (cN/tex), extensão

na carga máxima (mm), extensão na carga de ruptura (mm), percentagem de alongamento na ruptura (%) e módulo de Young (N/tex). Também foram geradas as curvas de tenacidade versus percentagem de alongamento para todos os testes realizados com as amostras de cada fibra.

O valor de tenacidade é determinado a partir da **Equação 2**, apresentada a seguir:

$$\gamma = \frac{F}{T_m}$$

(Equação 2)

Onde:

γ = Tenacidade (cN/tex);

F = Carga (cN);

T_m = Título médio (tex).

O módulo de Young também foi determinado, através da **Equação 3**.

$$\text{Módulo de Young} = \frac{\gamma_1}{\varepsilon_1}$$

(Equação 3)

Onde:

γ_1 = Tenacidade na parte inicial da curva tenacidade-alongamento (cN/tex);

ε_1 = Alongamento na parte inicial da curva tenacidade-alongamento (%).

De acordo com Kaswell (1963) as medidas dos valores da tenacidade na ruptura e módulo de Young foram podem ser convertidos para MPa e GPa de acordo com as **Equações 4 e 5**.

Tenacidade na Ruptura (MPa) =

$$10 \times (\text{gravidade específica}) \times (\text{tenacidade expressa em } \frac{\text{cN}}{\text{tex}})$$

(Equação 4)

Módulo de Young (GPa) =

$$10 \times (\text{gravidade específica}) \times (\text{módulo expresso em } \frac{\text{N}}{\text{tex}})$$

(Equação 5)

Onde a gravidade específica corresponde à densidade da fibra dividida pela densidade da água.

5.2.4. Gramatura

Para definição da gramatura da manta de não-tecido do tururi, foi utilizada a norma ABNT NBR 12984:2000, correspondente à determinação da gramatura de não-tecido. Foram utilizadas 20 amostras de tamanho 5,0 x 5,0 cm, climatizadas conforme descrito no item **5.2.1**. Após um período de 48 horas de climatização, as amostras foram pesadas em balança analítica (Sartorius, modelo ED124S, Alemanha). Em seguida, foi realizado o cálculo de gramatura, segundo a **Equação 6**.

$$G = \frac{m}{A}$$

(Equação 6)

Onde:

G= Gramatura (g/m²).

m= massa (g).

A= área superficial (m²).

5.2.5. Espessura

Para medição de espessura foi utilizada a norma ABNT NBR 13371:2005 para determinação de espessura em materiais têxteis. Foi utilizado o medidor de espessura analógico portátil, aparelho também conhecido como espessímetro (modelo 188F, Mesdan, Itália) (**Figura 22**). De acordo com a norma para a medição em não-tecidos, foram cortados 20 corpos de prova com as dimensões 130 mm x 80 mm, conforme a norma ABNT NBR 13908:1997.

Figura 22. Espessímetro Modelo 188F Mesdan.



Fonte: FOTO DA AUTORA, 2016.

5.2.6. Ensaio de Tração das tiras de Tururi

Foram realizados testes de tração nas tiras de tururi. Os testes foram realizados de acordo com a norma da ABNT NBR 13041:1993 para a determinação da resistência à tração e alongamento de nãotecidos. Esse método é utilizado para a determinação das propriedades de tração e alongamento através do método de tiras cortadas. Como aparelhagem do ensaio, foi utilizado o dinamômetro da marca Instron (modelo 5569, Norwood, EUA). As condições dos experimentos foram: célula de carga de 1000 N; comprimento efetivo das amostras de 100 mm; pré-tensão automática; velocidade de afastamento constante de 100 mm/min; e garras emborrachadas de 38 x 50 mm.

Foram utilizados um total de 40 corpos-de-prova. Os corpos-de-prova possuíam as dimensões totais de 20 mm largura e 200 mm de comprimento, o suficiente para permitir a distância entre as garras de 100 mm, correspondendo ao comprimento útil de cada amostra analisada. A execução do teste é ilustrada na **Figura 23**.

Figura 23. Teste de tração em tira de tururi.



Fonte: FOTO DA AUTORA, 2016.

Os valores de espessura (mm), largura (cm) e comprimento (cm) de cada amostra foram fornecidos ao dinamômetro previamente antes de cada teste. Com os conjuntos dos valores de resultados foram calculadas as médias, desvios-padrão e coeficientes de variação dos valores de carga de ruptura (N); carga máxima (N);

resistência tênsil na carga máxima (MPa); extensão na ruptura (mm); extensão na carga máxima (mm); porcentagem de alongamento na ruptura (%) e módulo de Young (MPa). Também foram geradas as curvas de carga versus extensão para todos os testes realizados com as amostras de cada tira.

5.2.7. Descoloração do tururi

Foi executado um teste t de “*Student*” pareado, no qual as determinações foram realizadas em conjuntos de duas tiras cortadas do mesmo saco fibroso: uma das tiras mantida na condição natural e a outra descolorida por mistura de peróxido de hidrogénio a 30% (v/v) (Beira Alta, Brasil) e exposta ao sol por 4 h (2 dias das 12 às 14 h), em São Paulo (23° 32' 52" S 46° 38' 09" W) com um índice de radiação ultravioleta (IUV) de 6,0 em ambos os dias. As cores da condição natural e após a descoloração foram comparadas por três observadores com visão normal empregando a escala Pantone (PANTONE, 2015) em cabine de luz (Mathis, modelo LBM-700, Brasil) com uma lâmpada de iluminação D65, correspondente à luz artificial similar à do dia - com uma temperatura de cor de 6500 K. Assim, os dois conjuntos de amostras foram obtidos e testados, e os resultados foram comparados (MONTEIRO et al., 2016).

5.2.8. Ensaio de Tração das Tiras de Tururi Descoloridas e natural

Para a realização do teste de tração nas tiras pareadas de tururi, em condição natural e descolorida, foram realizados os testes de tração segundo a metodologia indicada no item **5.2.6**.

5.2.9. Determinação do Teor de Regain

O método utilizado para a determinação do teor de regain foi adaptado da norma ISO/TR 6741-4:1987. Foram utilizadas 20 amostras. A quantidade de umidade do material foi determinada pela pesagem de uma amostra condicionada (20°C e 65% de umidade relativa) em balança analítica (Sartorius, modelo ED124S, Alemanha). Após a pesagem foi realizada a secagem em estufa com recirculação forçada de ar (Binder, modelo FD 115, Alemanha) a 70°C até atingir peso constante

“overnight”) e em seguida a amostra foi pesada novamente (GUIMARÃES, 2014). O cálculo para definição do valor é realizado através da **Equação 7** descrita a seguir:

$$\text{Regain} = \frac{(\text{peso original} - \text{peso seco})}{\text{peso seco}} \cdot 100$$

(Equação 7)

5.2.10. Microscopia da fibra

A caracterização de fibras têxteis foi realizada através de microscopia dos cortes longitudinal e transversal, de acordo com a norma ABNT NBR 13538:1995. Para o corte transversal foi preparado um suporte de cartolina para servir como guia e utilização de resina Technovit 7100 (Heraeus, Alemanha) para encapsular fibras do tururi (junto ao suporte), de modo a deixá-las centralizadas para a realização do corte transversal. Foram feitos cortes das capsulas em espessuras de 70 µm, para eliminar o topo, onde não há fibra e, a partir daí, com 35 µm de espessura, através de micrótopo semi-automatizado rotacional (Leica, modelo RM 2245, Alemanha).

Após os cortes, duas secções transversais de um mesmo corpo-de-prova foram depositadas sobre lâminas de microscopia e espalmadas com gotas de óleo mineral petrolato líquido (Nujol, Mantecorp, Brasil), cobertas com lamínulas e identificadas com o número da amostra. Os materiais foram analisados em microscópio biológico (Leica, modelo BME, Alemanha) acoplado a vídeo câmera de captação digital de imagens (Sony, Color Video Camera ESWAVEHAD, modelo 55C-DC93-P, China). As ampliações corresponderam a 128, 320, 640, 1280 e 2016 vezes. As imagens foram captadas e processadas pelo sistema Video Analyser 2000 code 250 (Mesdan, Itália).

Os cortes longitudinais foram observados através de fibras secas presas por uma cartolina recortada, colada e identificada, com aproximadamente 4 x 2,5 cm (medidas externas) e 3 x 1,5 cm (medidas internas). A análise foi realizada em estéreomicroscópio (Leica, modelo MS5, Alemanha) acoplado a videocâmara de captação digital de imagens (Vista, Protos IV, modelo VPC 122/CH, 1/2” CCD, Grã-Bretanha). As ampliações correspondem a 20, 32, 51, 80 e 128 vezes. As imagens foram captadas e processadas pelo sistema Vídeo Analyser 2000 code 250 (Mesdan, Itália).

5.2.11. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Amostras de tururi (*Manicaria saccifera* Gaertn.), curauá (*Ananas acutifolius*) e sisal (*Agave sisalana*) foram analisadas por FTIR no equipamento Thermo (modelo Avatar 370 FT-IR) utilizando células de ATR / Germânio (Ge) (Nicolet, EUA). O intervalo foi de 4000 a 700 cm^{-1} , realizando 32 varreduras com resolução de 2 cm^{-1} . A aquisição de dados foi realizada por software OMNIC, versão 4.1, 2011 (MONTEIRO et al., 2016).

As fibras oriundas de folhas de outras espécies vegetais foram obtidas respectivamente de: i) fibras de curauá - fornecidas pela Universidade Federal do Amazonas e originárias desse Estado; ii) fibras de sisal – adquiridas na cidade de São Paulo (SP) e originárias do Estado da Bahia.

6. Resultados e Discussão

A seguir são apresentados os resultados obtidos neste estudo e sua respectiva discussão, os quais se dividem em dois subitens: a extração e beneficiamento do tururi e os testes têxteis.

6.1. Extração e beneficiamento do tururi

A extração e processamento do material fibroso são levados a cabo pela população local amazônica usando métodos tradicionais. Em visitas à cidade Muaná, observou-se o processo de coleta dos sacos de tururi. Na **Figura 24**, exemplo de embarcação utilizada no processo de extração do tururi.

Figura 24. Embarcação na cidade de Muaná-PA.



Fonte: FOTO DA AUTORA, 2016.

Usando pequenas embarcações, moradores da cidade se dirigem para partes da floresta onde a palmeira Ubuçu é encontrada, chamadas de florestas de terras baixas (ou florestas de várzeas). Depois de localizar as palmeiras, os cachos de tururi são cortados com facões e foices. Se a palmeira Ubuçu é muito alta, os coletores utilizam escadas para subir nas árvores, a fim de alcançar os sacos de tururi. A extração e o saco que forma o tururi são mostrados nas **Figuras 25a** e **25b** respectivamente.

Figura 25. (a) Tururi sendo coletado; **(b)** o invólucro (saco) após a extração.



(a)

(b)

Fonte: FOTO DA AUTORA, 2016.

A população local realiza este processo, já que é conhecedora das regiões onde a palmeira pode ser encontrada. A espécie se encontra de maneira dispersa na floresta, que é relativamente densa. Na **Figura 26**, é possível ver parte da floresta de várzea onde a palmeira se desenvolve.

Figura 26. Floresta de várzea.



Fonte: FOTO DA AUTORA, 2016.

Depois de serem recolhidos nas várzeas, os sacos são colocados em pacotes e transportados para a cidade de Muaná nessas pequenas embarcações. Em seguida, os sacos passam por um processo de classificação, seguido de imersão em água por 24 horas. Após a imersão, o material fica mais maleável e é possível,

utilizando uma escova de cerdas delicadas, retirar as impurezas (como as sementes) sem danificar as fibras. Na Figura 27a e 27b é possível ver o processo.

Figura 27 (a) Tururi em imersão **(b)** limpeza do tururi.



(a)

(b)

Fonte: FOTOS DA AUTORA, 2016.

A classificação do material é feita de acordo com o seu tamanho, largura, cor e qualidade. O material fibroso não tem um tamanho padrão ou largura oficial (LEAL, 2012). Nas Figuras 28a e 28b são mostrados respectivamente o invólucro e as sementes em seu interior.

Figura 28. (a) Invólucro de tururi em boas condições; **(b)** sementes no interior do invólucro.



(a)

(b)

Fonte: FOTOS DA AUTORA, 2016.

Após os processos de lavagem e limpeza o tururi é seco ao ar livre. Com o material já limpo, é possível dar início ao processo de descoloração. A sua cor natural pode ser modificada pela exposição solar e/ou descolorida com auxílio de peróxido de hidrogênio (30% v/v). O material fibroso natural é de cor marrom escuro e após descolorido, pode ser tingido em várias cores e matizes. O tingimento é levado a cabo empregando corantes diretos e é seguido por secagem em condições ambientes. Pode haver diferenças no processamento do material fibroso em função da sua utilização final (MONTEIRO; BARUQUE-RAMOS, 2016). Na Figura 29a e 29b são mostradas fases do processo de descoloração e tingimento do tururi.

Figura 29. (a) Processo de descoloração do material fibroso (tururi) com água oxigenada (peróxido de hidrogênio 30% v/v); (b) secagem após tingimento.



Fonte: MONTEIRO; BARUQUE-RAMOS, 2016.

A partir deste ponto, a cooperativa inicia o processo de desenvolvimento de produtos com o material. Borrifa-se cola de tecido no tururi e em seguida, o mesmo é passado a ferro (a seco ou a vapor). Com essa técnica, o material ganha fixação, é esticado de acordo com as necessidades de utilização final. O processo é mostrado na Figura 30a e 30b.

Figura 30 (a) Cola sendo borrifada; (b) tururi sendo passado a ferro.



Fonte: FOTO DA AUTORA, 2016.

Com os processos de beneficiamento finalizados, é iniciada a modelagem e costura das peças. A cooperativa Flor do Marajó produz bolsas, porta-níqueis, carteiras, bijuterias, chaveiros e outros acessórios. As peças são produzidas com diferentes técnicas. Na **Figura 31** são expostos alguns produtos com a técnica de trançado de tiras de tururi.

Figura 31. Bolsas confeccionadas com a técnica de tururi trançado.



Fonte: FOTO DA AUTORA, 2016.

Outra técnica bastante utilizada é a de colagem do tururi com têxteis convencionais. Os dois são unidos através do uso de cola de tecidos e passagem a ferro, processo semelhante ao citado anteriormente. Na **Figura 32** é possível ver um exemplo de produto obtido com essa técnica.

Figura 32. Bolsa confeccionada com a técnica de colagem.



Fonte: FOTO DA AUTORA, 2016.

Atualmente, a cooperativa Flor do Marajó conta com um site (<https://tururidemuana.wordpress.com/>) para divulgação e venda de produtos. Mesmo assim, ainda é pouco conhecida nacionalmente e apesar de sua criatividade e qualidade dos produtos, o número de vendas é pequeno, o que prejudica as artesãs e impede um maior crescimento da cooperativa.

6.2. Testes Têxteis

6.2.1. Determinação do Título Médio da fibra extraída do tururi

Para os ensaios de tração para a fibra de tururi, os valores de densidade linear (TEX), calculados para cada amostra foram fornecidos ao dinamômetro previamente antes de cada teste.

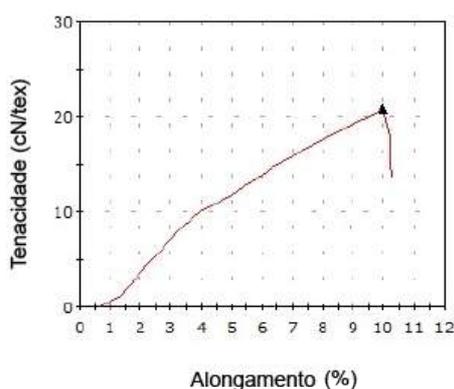
No entanto, de todos os valores obtidos de título realizou-se a determinação de um título médio, cujo valor foi $98,4 \pm 15,2$ TEX (CV=15,5%), valor expresso em média, desvio-padrão e coeficiente de variação.

O título diz respeito a finura de uma fibra ou fio. Um fio de costura comum tem por volta de 25 TEX. O fio conhecido como “linha 10” (utilizado para pipas) tem em torno de 80 a 85 TEX (COATS, 2015). Desse modo, observa-se uma certa aproximação aos valores de título de materiais têxteis convencionais.

6.2.2. Ensaio de Tração da Fibra de Tururi

Das amostras de tururi foram extraídas fibras para determinação dos valores de tração, os quais foram realizados neste estudo no dinamômetro Instron 5569 (EUA) com amostras de 25 mm de comprimento útil. Para cada experimento, o software do dinamômetro gerou curvas de tenacidade versus tensão elástica. Uma dessas curvas é exemplificada na **Figura 33**.

Figura 33. Gráfico de tenacidade (cN/tex) versus alongamento (%). O sinal de triângulo indica o ponto de quebra da fibra.



Fonte: MONTEIRO et al., 2016.

Os valores de carga máxima (N), carga de ruptura (N), tenacidade na ruptura (cN/tex), extensão na carga máxima (mm), extensão na carga de ruptura (mm), porcentagem de alongamento na ruptura (%) e módulo de Young (N/tex) foram calculados, bem como os gráficos gerados, que estão apresentados de maneira integral nos Apêndices I e II.

Os valores do teste de tração da fibra de tururi são sumarizados em termos de média, desvio padrão e coeficiente de variação na **Tabela 2**.

Tabela 2. Resultados dos ensaios de tração nas fibras de tururi. Valores expressos em média, desvio-padrão e coeficiente de variação.

Densidade Linear (tex)	Carga máxima (N)	Carga de Ruptura (N)	Tenacidade na quebra (cN/tex)	Extensão na carga máxima (mm)	Extensão na quebra (mm)	Alongamento (%)	Módulo de Young (N/tex)
98,4±15,2 (15,5%)	18,0±4,0 (22%)	17,7±4,2 (23,5%)	18,0±3,2 (18%)	2,6±0,5 (20,5%)	2,6±0,5 (19,9%)	10,5±2 (20%)	3,4±0,5 (14,4%)

Utilizando das conversões expressas no item **5.2.3 (Equações 4 e 5)** e do valor de gravidade específica para o tururi de 0,97 (OLIVEIRA E D'ALMEIDA, 2013) os principais valores da **Tabela 2** podem ser expressos como na **Tabela 3**.

Tabela 3 Principais valores do ensaio de tração. Valores expressos em média e desvio-padrão.

Tenacidade na quebra (MPa)	Alongamento (%)	Módulo de Young (GPa)
175±31	11±2	33±5

Uma comparação entre os valores determinados (**Tabela 3**) e as propriedades de outras fibras vegetais (**Tabela 4**) foi realizada. Os valores de tenacidade da fibra de tururi são comparáveis aos limites inferiores desse parâmetro para algodão, linho e juta.

O valor de alongamento da fibra de tururi é maior do que aqueles apresentados na **Tabela 4**, ao passo que o módulo de Young da fibra de tururi é similar ao do cânhamo, kenaf e sisal.

Tabela 4. Valores de tenacidade, alongamento porcentual e módulo de Young para fibras vegetais têxteis de reconhecida empregabilidade.

Fibras Naturais	Tenacidade (cN/tex)	Alongamento (%)	Módulo de Young (GPa)
Tururi*	14,8 – 21,2	8,5 – 12,5	25 – 38
Algodão	26,5 – 43,3	3 - 7	5,5–12,6
Linho	23,0 – 68,0	2,7 – 3,3	100
Cânhamo	51,2 – 60,0	1,8	35
Juta	26,5 – 51,2	1,7 – 2,0	2,5–15
Kenaf	53,0 – 66,2	2 - 3	40
Rami	48,6	3 – 7	50–80
Sisal	35,3 – 44,1	2 - 3	9,4–22,0

Fonte: Adaptado de KASWELL (1963) e BLACKBURN (2005); * Informação da autora.

6.2.3. Gramatura

Para definição da gramatura da manta de não-tecido do tururi foram utilizadas 20 amostras de tamanho 5,0 x 5,0 cm conforme modelo apresentado na **Figura 34**.

Figura 34. Corpo-de prova para teste de gramatura.



Fonte: FOTO DA AUTORA, 2016.

Através dos testes experimentais realizados no presente estudo, foi determinado que a gramatura do tururi é $182 \pm 18 \text{ g/m}^2$ ($CV=10\%$), valor expresso em média, desvio-padrão e coeficiente de variação.

Na **Tabela 5** é possível comparar o resultado obtido com os dos ensaios realizados pelos pesquisadores Duarte (2011) e Oliveira e D 'Almeida (2011) com o

tururi. Observa-se que os valores são próximos, o que indica que os materiais naturais extraídos de diferentes regiões geográficas podem ter valores semelhantes quanto a sua gramatura.

Tabela 5. Comparação dos valores de gramatura determinados no presente estudo (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) com aqueles encontrados em literatura.

Autores	Gramatura (g/m ²)
Monteiro (2016)*	182±18 (CV=10.0%)
Duarte (2011)	246,37
Oliveira; D 'Almeida (2011)	204,7

*Em referência ao presente estudo.

6.2.4. Espessura

Após a medição da espessura de 40 diferentes espécimes, antes de serem submetidos ao teste de tração, determinou-se o valor de $0,71 \pm 0,10$ mm (CV=14%).

6.2.5. Ensaio de tração de tiras

Das amostras de tururi foram extraídas tiras de 20 x 200 mm para determinação dos valores de tração, os quais foram realizados no dinamômetro Instron 5569 (EUA) com amostras de 100 mm de comprimento útil. Para cada experimento, o software do dinamômetro gerou curvas de carga versus extensão.

Todos os valores de carga de ruptura (N); carga máxima (N); resistência tênsil máxima (MPa); extensão na ruptura (mm); extensão na carga máxima (mm); alongamento na ruptura (%); alongamento na carga máxima (%) e módulo de Young (MPa), bem como os gráficos gerados, estão apresentados de maneira integral nos Apêndices III e IV. Os principais valores do teste de tração das tiras de tururi são sumarizados em termos de média, desvio padrão e coeficiente de variação na **Tabela 6.**

Tabela 6. Resultados do ensaio de tração com as tiras de tururi. Valores expressos em média, desvio-padrão e coeficiente de variação.

Carga na ruptura (N)	Resistência tênsil máxima (MPa)	Alongamento na quebra (%)	Módulo de Young (MPa)
213± 93 (CV= 43%)	17.6±7.8 (CV= 44%)	5.9±1.0% (CV= 17%)	552±288 (CV= 52%)

Na **Tabela 7** compara-se os resultados obtidos em testes de tração com tiras de tururi com os de outros autores conforme informação em literatura científica. Conclui-se que esses são semelhantes (dentro mesma ordem de grandeza) com os resultados obtidos no presente estudo.

Tabela 7. Resultados de testes de tração de tiras de tururi por diferentes autores.

Autores	Carga de Ruptura (N)	Resistência tênsil máxima (MPa)	Alongamento na ruptura (%)
Monteiro (2016)*	213	17,6	5,9
Duarte (2011)	558,3	12,27	-
Oliveira; D 'Almeida (2011)	432	-	9,35

*Em referência ao presente estudo.

6.2.6. Teste de descoloração do tururi

Foram preparados quatro conjuntos pareados de duas tiras cortadas do mesmo saco fibroso, totalizando 8 amostras. O resultado do processo de descoloração aplicado em um conjunto pareado de duas tiras cortadas do mesmo saco fibroso é exemplificado na **Figura 35**.

Figura 35. Tiras de tururi pareado de duas tiras cortadas do mesmo saco fibroso. À esquerda: descolorida; À direita: natural.

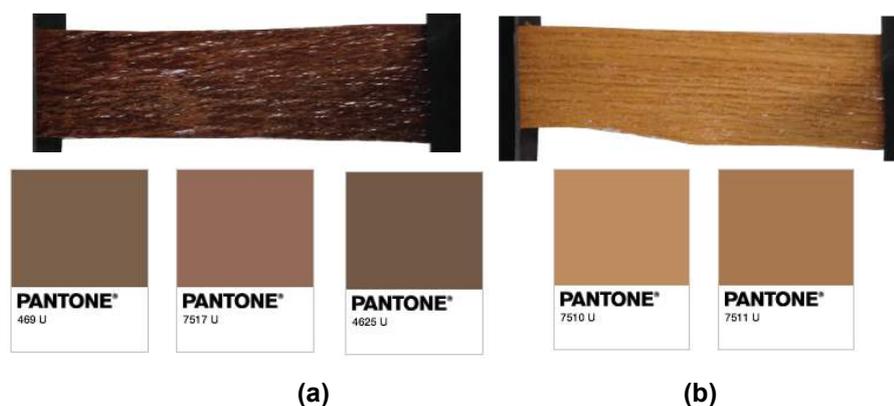


Fonte: FOTO DA AUTORA, 2016.

A escala Pantone (PANTONE, 2015) qualitativa/semi-quantitativa foi escolhida ao invés de uma análise colorimétrica quantitativa (medição de reflexão espectral - CIE L* a* b) devido a: i) as irregularidades físicas do material fibroso tururi que inviabilizam a determinação da medida correta; ii) a grande diferença de cores entre diferentes sacos tururi na condição natural e após a descoloração; iii) a grande diferença de cores entre as fibras que compõem o mesmo saco de tururi na condição natural e após descoloração. No entanto, deve notar-se que essas diferenças de cores foram mais pronunciadas entre os materiais no estado natural do que naqueles descoloridos.

A condição natural de cor do material fibroso de tururi foi determinado como marrom escuro, variando entre os padrões de Pantone 469 U (majoritário), 7517 U e 4625 U. Uma tira de tururi natural e esses padrões Pantone são expostos na **Figura 36(a)**. O material fibroso tururi descolorido foi determinado como sendo bege claro, variando entre os padrões de Pantone 7510U (majoritário) e 7511U, apresentados na **Figura 36 (b)**.

Figura 36. (a) Tira de tururi natural e as tonalidades Pantone 469 U, 7517 U e 4625 U; **(b)** tira de tururi descolorida e as tonalidades Pantone 7510 U e 7511 U.



Fonte: FOTO DA AUTORA, 2016; PANTONE, 2015.

Ressalta-se que este grau de descoloração foi obtido pela exposição ao sol de apenas quatro horas na cidade de São Paulo (latitude do Trópico de Capricórnio) com um IUV de 6,0. Tendo em conta que a cidade de Belém (Estado do Pará, Brasil) tem sua latitude próxima da linha do Equador e apresenta um IUV de mais de 13, é possível obter o mesmo matiz ou matizes ainda mais claros com menos tempo de exposição ao sol (MONTEIRO et al., 2016).

6.2.7. Ensaios de Tração das tiras de tururi descoloridas e naturais

Os mesmos quatro conjuntos pareados de duas tiras cortadas do mesmo saco fibroso, totalizando 8 amostras, foram ainda testados quanto aos valores de tração, teste realizado no dinamômetro Instron 5569 (EUA). Os valores de espessura (mm), largura (cm) e comprimento (cm) de cada amostra foram fornecidos ao dinamômetro previamente antes de cada teste. A espessura determinada para os 8 espécimes, antes de serem submetidos ao teste de tração, foi no valor de $1,45 \pm 0,40$ mm (CV=27,5%). Os valores obtidos são mostrados na **Tabela 8** (natural) e **Tabela 9** (descoloridas).

Tabela 8. Resultados dos ensaios de tração das tiras de tururi natural. Valores expressos em média, desvio-padrão e coeficiente de variação.

Carga de ruptura (N)	Carga máxima (N)	Resistência tênsil na carga máxima (MPa)	Extensão na ruptura (mm)	Extensão na carga máxima (mm)	Alongamento na ruptura (%)	Alongamento na carga máxima (%)	Módulo de Young (MPa)
241,3±97,6 (40,4%)	259,7±116,9 (45,0%)	8,4±3,8 (44,8%)	4,8±2,1 (44,2%)	4,5±1,9 (42,5%)	4,8±2,1 (43,6%)	4,5±1,9 (41,9%)	285,4±34,6 (12,1%)

Tabela 9. Resultados dos ensaios de tração das tiras de tururi descoloridas. Valores expressos em média, desvio-padrão e coeficiente de variação.

Carga de ruptura (N)	Carga máxima (N)	Resistência tênsil na carga máxima (MPa)	Extensão na ruptura (mm)	Extensão na carga máxima (mm)	Alongamento na ruptura (%)	Alongamento na carga máxima (%)	Módulo de Young (MPa)
185,9±32,2 (17,3%)	284,1±49 (17,3%)	9,2±1,6 (17,5%)	6,6±1,1 (16,4%)	5,6±0,9 (15,4%)	6,6 ±1,1 (16,3%)	5,7±0,9 (15,3%)	265,4±85,5 (32,2%)

Observa-se que, comparando-se os valores expressos na **Tabela 8** com os da **Tabela 9**, esses últimos apresentam menores coeficientes de variação. Isso pode estar relacionado a que o processo de descoloração possa ter limpado o material, retirando, por exemplo, poeiras, sujidades e outros contaminantes. Entretanto, o teste “t” de Student pareado realizado com nível de significância de 5%, indicou que as probabilidades das médias não apresentarem diferenças significativas foram de: 24,3% para os valores de carga de ruptura; 15,0% para o alongamento na ruptura; 77,2% para a resistência tênsil máxima; e 73,1% para o módulo de Young. Assim, considerando que todas essas probabilidades são superiores a 5%, não se pode

afirmar que o tururi, ao ser descolorido, apresentou alterações nas propriedades tênses, mantendo valores sem diferença estatística significativa aos valores de testes realizados com o mesmo tururi natural.

6.2.8. Determinação do Teor de Regain

O valor determinado neste estudo para o regain do tururi foi de $12,0 \pm 0,5\%$ ($CV=4,3\%$), com a respectiva média, o desvio padrão e o coeficiente de variação. Na **Tabela 10**, valores de regain de outras fibras celulósicas são apresentados.

Tabela 10. Regain de outras fibras celulósicas.

Fibras Naturais	Regain (%)
Algodão	8,5
Algodão mercerizado	10,3
Linho	12
Cânhamo	8-12
Juta	13,8

Fonte: KASWELL, 1963.

Observa-se que os resultados presentes na **Tabela 10**, referentes a outras fibras celulósicas, são semelhantes ao resultado obtido no presente estudo.

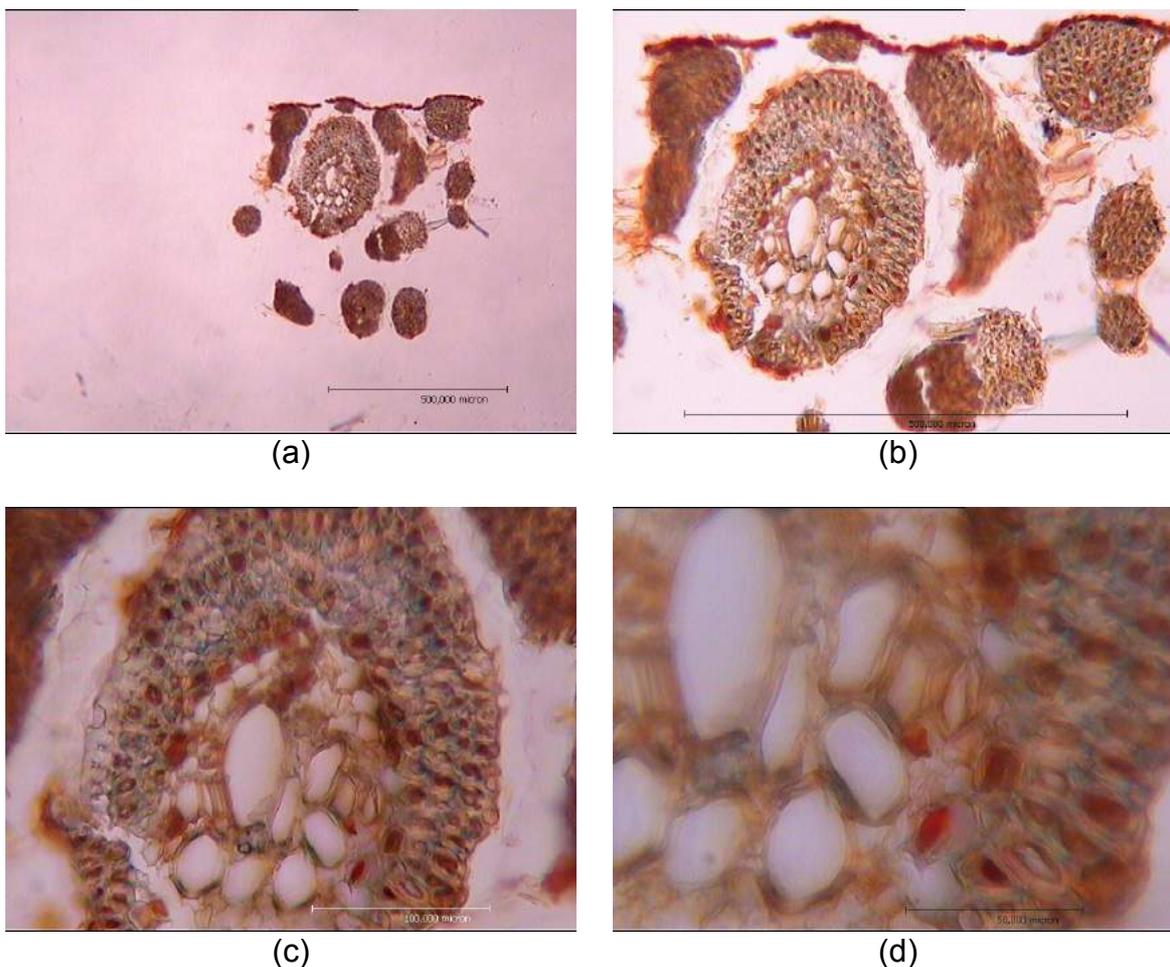
6.3. Microscopia da fibra

Através das micrografia da fibra é possível fazer a identificação de sua estrutura. As fibras de tururi foram analisadas em sua visão longitudinal (com aumento de 20 a 128 vezes) e transversal (com aumento de 128 a 1.280 vezes), conforme segue.

6.3.1. Corte Transversal

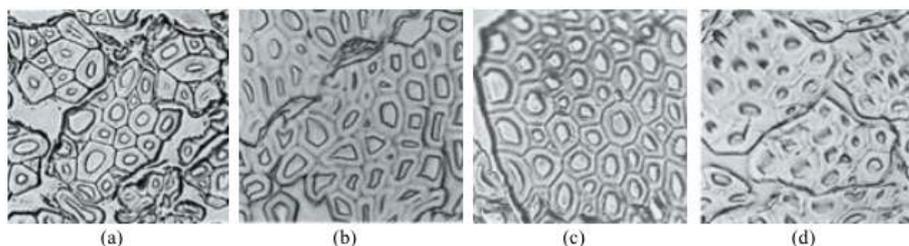
As micrografias transversais estão expostas na **Figura 37** em diferentes ampliações.

Figura 37. Micrografias transversais da fibra de tururi. (a) ampliação de 128x e indicação de escala correspondente a 500 microns; (b) ampliação de 320x e indicação de escala correspondente a 500 microns; (c) ampliação de 640x e indicação de escala correspondente de 100 microns; (d) ampliação de 1280x e indicação de escala correspondente a 50 microns.



Na **Figura 38** são apresentadas micrografias transversais de outras fibras celulósicas a fim de comparação com os resultados obtidos neste estudo. Comparando-se as **Figuras 37 e 38**, nota-se que a estrutura celular da fibra de tururi apresenta similaridades a de outras fibras celulósicas de reconhecida empregabilidade têxtil.

Figura 38. Micrografia transversal de: (a) juta; (b) sisal; (c) abacá; (d) kenaf, todas com aumento de 500 vezes.



Fonte: MALUF; KOLBE, 2003; GUIMARAES, 2014.

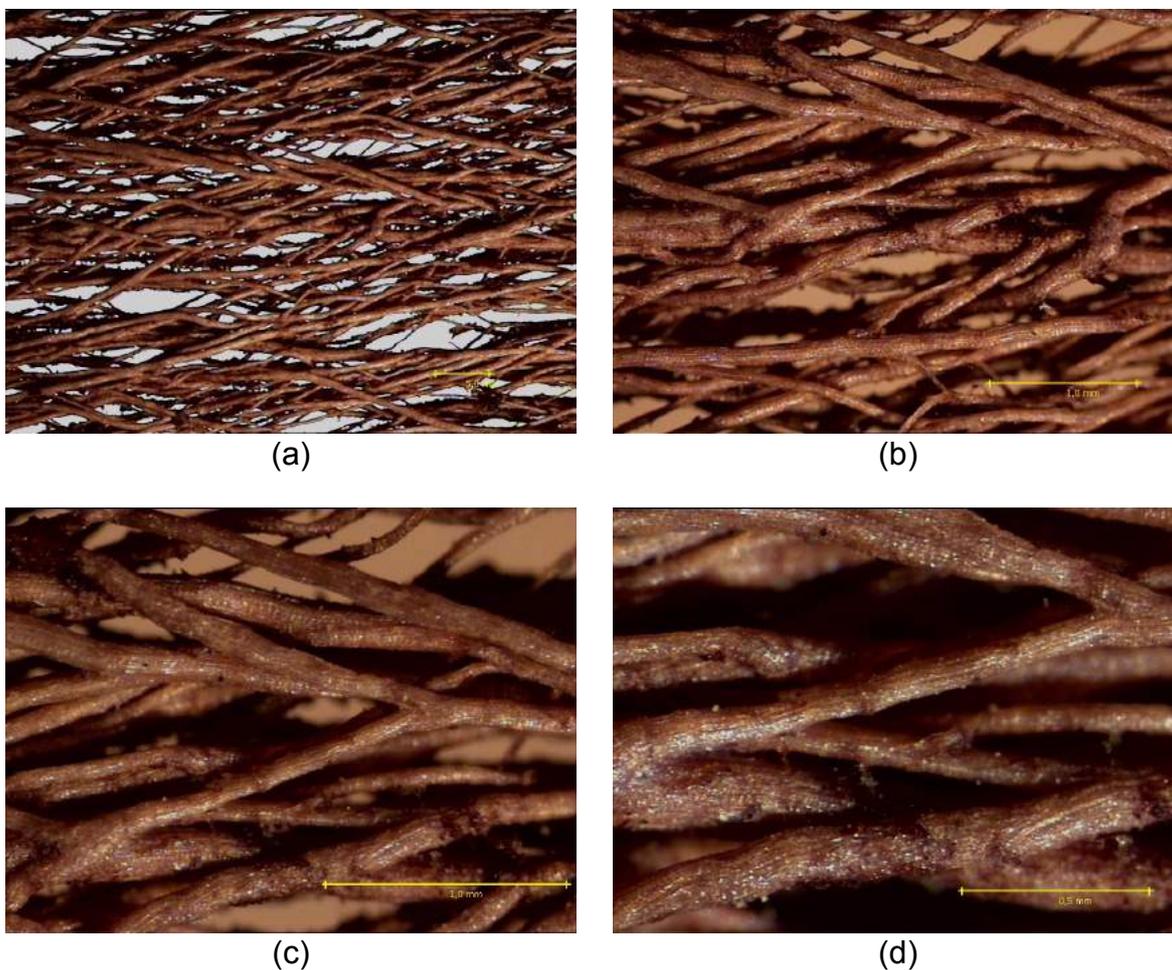
Apesar das semelhanças nas secções transversais da espécie estudada (tururi) e de fibras de reconhecida empregabilidade têxtil, a eventual aplicação de uma fibra não pode ser determinada apenas através de exame microscópico de sua secção transversal. Para tanto, é necessária uma análise combinada de resultados de outros testes físicos e químicos. No entanto, o exame de secções transversais através de microscopia óptica é útil para avaliar a integridade da estrutura celular da fibra e a adequação de procedimentos para o seu beneficiamento (GAÑÁN et al., 2004).

As secções transversais da fibra tururi são apresentadas nas **Figuras 37a a 37d**. No presente estudo, o padrão das células apresentadas nessas figuras é compatível com os de outras fibras lignocelulósicas (**Figuras 38a a 38d**). O valor médio de diâmetro celular tururi (a partir de dez determinações), correspondente à análise da borda da secção transversal, é de $8,7 \pm 5,1 \mu\text{m}$ (CV = 58,6%). Este valor é compatível com os valores de espécies de reconhecida empregabilidade têxtil. De acordo com Reddy e Yang (2005), o tamanho da célula unitária varia de 12,0 a 25,0 μm para o algodão, 5,0 a 76,0 μm para o linho e 15,0 a 25,0 μm para a juta.

6.3.2. Corte Longitudinal

As micrografias longitudinais estão expostas na **Figura 39** em diferentes ampliações.

Figura 39. Micrografias longitudinais da fibra de tururi. (a) ampliação de 20x e indicação de escala correspondente a 5000 microns; (b) ampliação de 32x e indicação de escala correspondente a 500 microns; (c) ampliação de 80x e indicação de escala correspondente de 500 microns; (d) ampliação de 128x e indicação de escala correspondente a 500 microns.



As secções longitudinais (**Figuras 39a a 39d**) mostram a organização das fibras no material fibroso. Observa-se a estrutura fibrosa em forma de rede, constituídas de várias bifurcações, fazendo com que a fibra de tururi possa ser classificada como sendo um material nãotecido natural.

6.4. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

De acordo com Stuart (2004), o espectro de infravermelho médio ($4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$) pode ser aproximadamente dividido em quatro regiões e a natureza da frequência de um grupo pode geralmente ser determinada pela região na qual está localizada. Segue que as regiões são generalizadas: a região que se estende de X-

H ($4000\text{--}2500\text{ cm}^{-1}$), a região de ligação tripla ($2500\text{--}2000\text{ cm}^{-1}$), a região de ligação dupla ($2000\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$) e a região de impressão digital ($1500\text{--}600\text{ cm}^{-1}$). O estiramento N–H é geralmente observado entre 3400 e 3300 cm^{-1} .

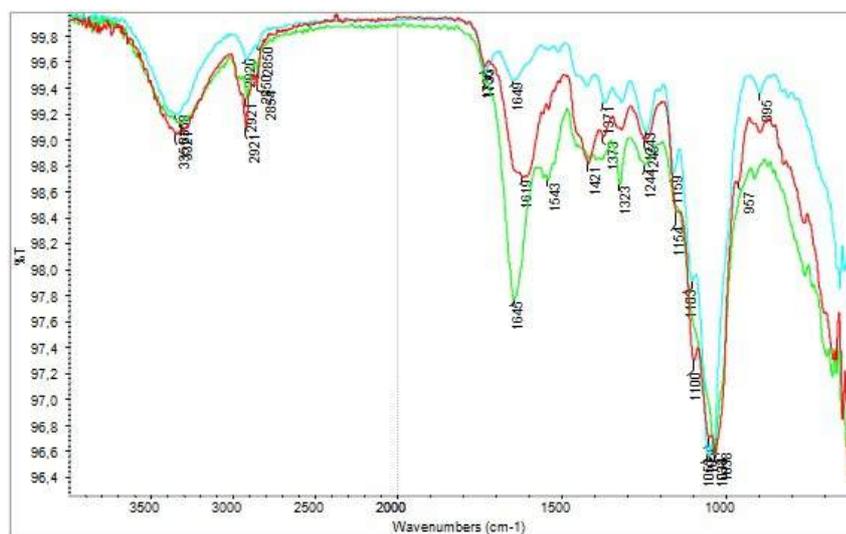
Os estiramentos (*stretchings*) nas bandas C–H a partir de compostos alifáticos ocorrem no intervalo $3000\text{--}2850\text{ cm}^{-1}$. As principais bandas na região de $2000\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$ são divididas entre os estiramentos C=C e C=O. O estiramento C=C é muito mais fraco e ocorre em torno de 1650 cm^{-1} , mas essa banda é muitas vezes ausente por razões de simetria ou momentos dipolos.

O estiramento C=N também ocorre nesta região e é geralmente mais forte. Entretanto, muitas vibrações não possuem um comportamento tão bom e podem variar por centenas de números de onda, mesmo para moléculas semelhantes. Isto aplica-se à maioria das vibrações de flexão (bending) e esqueléticas (skeletal), que absorvem na região de $1500\text{--}650\text{ cm}^{-1}$, onde pequenos efeitos estéricos ou eletrônicos na molécula levam a grandes mudanças.

O espectro de uma molécula pode ter presentes uma centena ou mais bandas de absorção, mas não existe qualquer necessidade de indicar atribuição para a grande maioria. O espectro pode ser considerado como uma "impressão digital" da molécula e por isso esta região é referida como região de impressão digital. As bandas de estiramento C–H em hidrocarbonetos alifáticos aparecem na gama $3000\text{--}2800\text{ cm}^{-1}$ e as bandas de estiramento C–H de grupos metilo e metileno são facilmente diferenciados. Para os grupos metilo, o estiramento assimétrico na banda C–H ocorre em 2870 cm^{-1} , enquanto o estiramento simétrico na faixa C–H ocorre em 2960 cm^{-1} . Em comparação, grupos metileno mostram estiramento assimétrico em 2930 cm^{-1} e estiramento simétrico em 2850 cm^{-1} .

O FTIR, de 4000 a 500 cm^{-1} , comparando os espectros do material fibroso tururi (*Manicaria saccifera* Gaertn.) e os de duas fibras de folhas, curauá (*Ananas erectifolius*) e sisal (*Agave sisalana*), é mostrado na **Figura 40**.

Figura 40. FTIR de 4000 a 500 cm^{-1} e transmitância de 96,4 – 99,8%: linha verde: tururi (*Manicaria saccifera* Gaertn.); linha azul: curauá (*Ananas erectifolius*); linha vermelha: sisal (*Agave sisalana*).



Analisando-se os resultados apresentados na **Figura 40** e **Tabela 11**, é possível notar a grande semelhança em número de ondas de duas regiões, próximo a 3000 cm^{-1} e 3500 cm^{-1} , indicando a presença de CH e OH respectivamente (GUIMARÃES, 2014; RAY; SARKAR, 2001). Estas são as principais bandas observadas no gráfico, o que era esperado, uma vez que todos os materiais analisados têm origem vegetal. Ainda é possível comparar as bandas obtidas em cerca de 1000 cm^{-1} , na região chamada "impressão digital" do espectro de FTIR.

Tabela 11. Bandas de infravermelho determinadas para material fibroso de tururi (*Manicaria saccifera* Gaertn.), curauá (*Ananas erectifolius*) e sisal (*Agave sisalana*) e interpretação de atribuições correspondentes.

	Número de ondas (cm ⁻¹)			Atribuição*
	Tururi	Curauá	Sisal	
-----	3358	3351	3700–3200 estiramento OH	
3321	-----	-----	3700–3200 estiramento OH	
2921	2920	2921	-----	
2850	2850	2854	2850 metileno simétrico estiramento C-H	
-----	1733	1736	1740-1720 aldeído alifático estiramento C = O	
1645 (intenso)	1649	-----	1680-1660 amida primária estiramento C = O	
-----	-----	1619	1680–1600 estiramento C=C	
1543	-----	-----	-----	
-----	-----	1421	-----	
-----	1371	1373	-----	
1323	-----	-----	-----	
1244	1243	1245	1240 estiramento C–O 1300–1100 estiramento C–O	
-----	1159	1154	1300–1100 estiramento C–O	
-----	1103	1100	1100 estiramento C–O–C	
-----	1053	1056	-----	
1034	1038	1033	-----	
-----	-----	957	1000-600 flexão fora do plano = C-H	
-----	895	-----	1000-600 flexão fora do plano = C-H	

*Interpretação baseada nos dados e informações de STUART, 2004.

Segundo Houck (2009), as bandas de absorção características (cm⁻¹) para algodão são: 3450-3250; 2900; 1630; 1430; 1370; 1100-970; 550. Essas bandas têm similaridade com das fibras analisadas neste trabalho. As principais bandas de FTIR para materiais vegetais são apresentadas na **Tabela 12**.

Tabela 12. Bandas FTIR (infravermelho médio) para elementos vegetais.

Elemento	Número de onda (cm ⁻¹)
α -D-glicose	915, 840
β-D-glicose	915, 900
β-D-frutose	873, 869
β-D-celulose	916, 908
Celulose	1170-1150, 1050, 1030
Lignina	1590, 1510
Hemicelulose	1732, 1240
Pectina	1680-1600, 1260, 955

Fonte: STUART, 2004; GUIMARÃES, 2014.

Próxima à banda 1750 cm⁻¹ está uma área que indica a presença de grupo carbonil (C = O). A deformação angular entre 3339 e 3564 cm⁻¹ indica a presença de grupos hidroxila que, na cadeia de celulose são capazes de interagir uns com os outros, formando ligações de hidrogênio de dois tipos: intramolecular (entre os grupos hidroxila da mesma cadeia), que são responsáveis pela rigidez das cadeias, e intermoleculares (entre os grupos hidroxila de cadeias adjacentes), que são responsáveis pela formação da estrutura supramolecular. Porras et al. (2015) reportaram a caracterização da fibra *Manicaria saccifera* em termos de composição química, a saber: 74,1% celulose; 12% hemicelulose; 31,1% lignina; 2,5% cinzas e 0,5% extrativos.

Assim, a partir da análise por FTIR e tendo em conta as semelhanças e as diferenças entre os espectros (Figura 39 e Tabela 22), os quais indicam diferentes composições e/ou estruturas moleculares, é verificada a presença de celulose, hemicelulose e lignina nas três fibras (tururi, curauá e sisal).

6.5. Potencial de Aplicação do Tururi no Design de Produtos

Em uma visão que considera a sustentabilidade ambiental, ao escolher materiais que apresentem um menor impacto ambiental, pode-se preservar os recursos para as gerações futuras, considerando como de grande importância o seu grau de renovação (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

Após a caracterização têxtil do tururi, é possível sugerir possíveis aplicações do material. A seguir são abordadas alguns potenciais de uso, em diversas áreas do Design de produtos.

6.5.1. Artesanato

A principal aplicação do tururi é no artesanato e é nesse setor que o material apresenta muitas potencialidades. O trabalho desenvolvido por comunidades artesãs fortalece economicamente e socialmente as mesmas. A cooperativa Flor do Marajó, composta exclusivamente por mulheres, desenvolve técnicas de beneficiamento do material e amplifica a utilização do tururi. Nas **Figuras 41 e 42** mostram-se produtos desenvolvidos pela cooperativa.

Figura 41. Produtos desenvolvidos pela cooperativa Flor do Marajó com tururi.



Fonte: FOTO DA AUTORA, 2016.

Figura 42. Bolsas de tururi produzidas pela cooperativa Flor do Marajó.



Fonte: FOTO DA AUTORA, 2016.

Nos últimos anos tem se observado uma revitalização do artesanato, principalmente através do trabalho em conjunto de designers, órgãos governamentais e artesãos. Alguns pontos principais levam a essa revitalização, como exemplo: a melhoria das condições técnicas; as potencialidades dos materiais locais; a identidade e a diversidade; na construção de marcas e nos artesãos com fornecedores. Tendo em vista os pontos citados, o aproveitamento das potencialidades de materiais encontrados no Brasil é de suma importância. Com uma grande biodiversidade vegetal, o país possui uma gama enorme de alternativas ao uso de materiais convencionais (BORGES, 2011).

Entre os programas de revitalização do artesanato, o SEBRAE (Serviço Brasileiro de apoio às Micro e Pequenas Empresas) tem grande destaque. O Programa Nacional SEBRAE de Artesanato teve como objetivo levantar informações sobre o cenário do artesanato brasileiro e atuar na formação dos artesãos, através do empreendedorismo, no acesso ao mercado, com oficinas e projetos em conjunto de designers (SANTANA, 2012).

Outro grande programa é o “Talentos do Brasil”, criado em 2005, por iniciativa do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). Para sua execução conta com as

parcerias do Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e do Programa Texbrasil (ABIT e APEXbrasil) e com os apoios da Agência de Cooperação Alemã (GTZ) e do Ministério do Turismo (MTur). O programa tem como objetivo promover a geração de trabalho e renda baseada na atividade da moda artesanal. Busca dar emancipação sustentável, com responsabilidade social, cultural, econômica e ambiental a comunidades rurais (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO, 2016).

Na **Figura 43**, um dos projetos fomentados, com o Grupo Floresta no Estado do Amazonas. As artesãs criam diversificadas peças artesanais com materiais naturais da região.

Figura 43. Artesãs do Grupo Floresta (Estado do Amazonas).



Fonte: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO, 2016.

6.5.2. Parquet

O tururi tem potencial de aplicação em pisos de parquet, sob a forma de compósitos com resinas poliméricas. Os compósitos têm como vantagem alcançarem propriedades físicas superiores aos materiais convencionais, devido a combinação de propriedades de dois (matriz e reforço) ou mais materiais distintos.

Oliveira e D'Almeida (2011; 2013) desenvolveram uma pesquisa com a descrição do comportamento mecânico de materiais compósitos termofixos reforçados com fibras *Manicaria saccifera*. Ainda, o compósito, desenvolvido com a fibra de tururi e resina de mamona, teve uso sugerido como piso em parquet. O resultado pode ser observado na **Figura 44**.

Figura 44. Compósito utilizando de fibra de tururi na forma de piso em parquet.



Fonte: OLIVEIRA; D'ALMEIDA, 2011.

6.5.3. Mobiliário

Ainda sob a forma de compósitos reforçados com material fibroso de tururi, é possível a modelagem e criação de móveis com esse material. Devido ao seu visual, é possível obter tonalidades e texturas semelhantes a madeira, o que agrega valor aos produtos. Também surge como uma alternativa verde em relação ao uso de madeira convencional, já que o tururi é renovável sazonalmente e não demanda processos químicos em seu beneficiamento.

Ressalta-se que no presente estudo, provou-se que o processo de descoloração de tiras de tururi não implicou em alterações estatisticamente significativas nos valores de resistência tênsil em relação ao material natural (item 6.2.6).A **Figura 45** ilustra móveis cuja matéria-prima, a madeira, poderia ser substituída por compósitos de tururi com resistência e efeito estético similares.

Figura 45. Móveis de madeira cuja matéria-prima poderia ser substituída por compósitos de tururi com resistência e efeito estético similares.



Fontes: (a) (b) INHABITAT, 2016; (c) DPXSTONE, 2016; (d) HEARTPINE, 2016.

6.5.4. Moda

A indústria da moda é essencialmente criativa e por isso abre espaço para a inovação na utilização de materiais não-convencionais. Fibras naturais continuamente têm estado presentes em coleções de diversas marcas, desde microempresas a marcas de luxo, como a italiana Dolce e Gabbana, que em seu desfile de verão de 2013 utilizou rafia (fibra oriundas de palmeiras do gênero *Raphia*) em suas peças (FLETCHER, 2008) (**Figura 46**).

Figura 46. Campanha e desfile verão 2013 Dolce e Gabbana.



Fonte: MODAMODAMODA, 2016.

De acordo com Borges (2011) marcas brasileiras de moda como Ellus, Zoomp, M. Officer, H. Stern, Osklen e os estilistas Lino Villaventura, Ronaldo Fraga e Alexandre Herchcovitch têm um histórico de utilização de materiais naturais em seus produtos.

Alexandre Herchcovitch também é adepto dessa tendência e tem empregado em suas últimas coleções tecidos considerados 100% sustentáveis da empresa Ecosimple, como lonas e tecidos reciclados. Além disso, produziu coleção de tecidos exclusivas para a empresa (ECOSIMPLE, 2016). Na **Figura 47** desfile de 2015 onde pode-se ver o fruto dessa parceria.

Figura 47. Parceria de Alexandre Herchcovitch e Ecosimple.



Fonte: ECOSIMPLE, 2016.

Ronaldo Fraga é um estilista que recorrentemente utiliza tecidos sustentáveis e também tem uma forte preocupação com o meio ambiente em suas criações. No ano de 2014, utilizou tecido biodegradável, confeccionado com fio especial de poliamida, que desintegra-se mais rápido do que os convencionais (REUSE IDEIAS, 2016) (**Figura 48**).

Figura 48. Tecido biodegradável no desfile de Ronaldo Fraga



Fonte: REUSE IDEIAS, 2016.

A Osklen utiliza diversos materiais de origem reciclada, orgânica, natural e artesanal. Em suas últimas coleções foram empregados algodão orgânico, algodão reciclado, couro de pirarucu, juta da Amazônia, malha pet e seda orgânica. A empresa também trabalha em conjunto de cooperativas e é comum ver em suas coleções a utilização de novos materiais, como os paetês de látex sustentável (ECO DESENVOLVIMENTO, 2016) (**Figura 49**).

Figura 49. Osklen: paetês confeccionados com látex sustentável.



Fonte: ECO DESENVOLVIMENTO, 2016.

A moda brasileira está conectada com as tendências que levam aos consumidores peças desenvolvidas com materiais sustentáveis e apelo ecológico. Grandes marcas como C&A, Nike, H&M e Zara utilizam fibras naturais, como o algodão orgânico, em suas coleções. A estilista Stella McCartney, em parceria com a marca esportista Adidas, coleções que utilizam tecidos de PET reciclado e algodão orgânico (ECO DESENVOLVIMENTO, 2016) (**Figura 50**).

Figura 50. Parceria entre a estilista Stella McCartney e a marca esportiva Adidas.



Fonte: ECO DESENVOLVIMENTO, 2016.

Aproveita-se também, o aspecto e textura inerentes a esse tipo material. Abaixo, na **Figura 51**, diversos produtos (notadamente acessórios de moda) confeccionados com fibras naturais.

Figura 51. Produtos (acessórios de moda) confeccionados com fibras naturais.



Fonte: MODAMODAMODA, 2016.

7. Considerações Finais

De acordo com o presente estudo, pode-se concluir que:

- Realizou-se o registro do processo de extração e beneficiamento do tururi em comunidade amazônica na cidade de Muaná (PA – Brasil).

- O valor do título médio da fibra extraída do tururi foi determinado em $100,3 \pm 14,5$ tex (CV=14.5%), o qual apresenta uma similaridade quanto a titularidade de materiais têxteis convencionais.

- Os principais valores de tração determinados para a fibra de extraída do tururi foram: carga máxima 18 ± 4 N (CV=22%); carga de ruptura $17,7 \pm 4,2$ N (CV=23,5%); tenacidade na quebra $18 \pm 3,2$ cN/tex (CV=18%); alongamento $10,5 \pm 2$ % (CV=20%); Módulo de Young $3,4 \pm 0,5$ N/tex (14,4%). Quando comparados os valores obtidos a de outras fibras têxteis, observa-se que os valores do tenacidade são comparáveis aos do algodão, linho e juta. O módulo de Young da fibra de tururi é similar ao do cânhamo, kenaf e sisal.

- Para as tiras de tururi, o valor determinado de gramatura foi de 182 ± 18 g/m² (CV=10%). O de espessura foi de $0,71 \pm 0,10$ mm (CV=14%).

- No teste de tração realizado com as tiras de tururi, os valores obtidos foram: carga na ruptura 213 ± 93 N (CV=43%); resistência tênsil máxima $17,6 \pm 7,8$ Mpa (CV=44%); alongamento na quebra $5,9 \pm 1,0$ % (CV=17%); módulo de Young 552 ± 288 Mpa (CV=52%). Ao comparar os valores de gramatura e de testes tênsis obtidos neste estudo com resultados de outras pesquisas que foram desenvolvidas com o mesmo material, constata-se que os valores são próximos, mesmo considerando que sejam de materiais extraídos de diferentes regiões geográficas.

- Os resultados dos testes realizados com o tururi descolorido mostram resultados sem diferença estatisticamente significativa com os realizados com o material natural.

- O valor de regain obtido foi $12,0 \pm 0,5$ % (CV=4,3%) e está na mesma faixa de outras fibras celulósicas, o que implica em comportamento similar quanto a absorção de água.

- A microscopia do material fibroso mostrou morfologia típica de fibras celulósicas.

- A partir da análise por FTIR, tendo em conta as semelhanças e as diferenças entre os espectros, indicando diferentes composições e/ou estruturas moleculares, é indicada a presença de celulose, hemicelulose e lignina no tururi.

Pretende-se continuar a pesquisa de materiais e principalmente abordar todas as potencialidades do tururi, seja como matéria-prima para compósitos, seja para utilização direta no artesanato e na indústria da moda. É necessário, ainda, estudar o impacto de descarte da fibra, do seu tingimento, de sua extração, de lavagem e utilização juntamente de outros materiais.

8. Conclusões

Após o levantamento bibliográfico, o registro das atividades na cooperativa Flor do Marajó e a caracterização têxtil, seguem as conclusões a respeito da presente pesquisa.

Realizou-se o registro do processo de extração e beneficiamento do tururi em comunidade amazônica na cidade de Muaná (PA – Brasil). Através do contato com a cooperativa, foi possível compreender as formas utilizadas para amaciar, descolorir e esticar o material. A observação se mostrou de grande valia, já que permitiu investigar através da caracterização têxtil, os impactos de algumas dessas etapas.

Os resultados obtidos na caracterização têxtil demonstram que o tururi possui valores próximos aos de outras fibras têxteis vegetais, o que implica em uma gama diversificada de aplicações. De acordo com os resultados obtidos na caracterização têxtil do tururi, acredita-se que o mesmo tem um potencial de emprego em diferentes tipos de produtos, sejam eles de artesanato, moda ou compósitos. Artigos como utensílios, móveis, pisos ou destinados a construção civil podem ser confeccionados.

É necessário, ainda, estudar o impacto de descarte da fibra, do seu tingimento, de sua extração, de lavagem e utilização juntamente de outros materiais. É muito importante estudar e encontrar formas de preservar as espécies da palmeira Ubuçu presentes no bioma Amazônico. Pensar em formas de extração sustentáveis, desenvolvidas pelas comunidades locais que já possuem conhecimento da região e do material, é indispensável.

Mais estudos são necessários para investigar a disponibilidade em escala industrial da fibra. Por outro lado, o trabalho de comunidades de cooperativas de artesanatos, que empregam material com o tururi podem ser estimuladas, respeitando seus aspectos sociais e culturais.

9. Referências

ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Não-tecidos. **Classificação, identificação e aplicações de não-tecidos**. Disponível em: <http://www.abint.org.br/pdf/Manual_ntecidos.pdf>. Acesso em: 14 maio 2016.

ALAY, E.; DURAN, K.; AYSEGUL, K. A sample work on green manufacturing in textile industry. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 3, p. 39-46, 2016.

ALICEWEB. Base de dados. **Exportações Brasileiras de Produtos Têxteis e Confeccionados**. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>>. Acesso em: 8 maio 2016.

_____. Base de dados. **Importações Brasileiras de Produtos Têxteis e Confeccionados**. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>>. Acesso em: 8 mai. 2016.

ALMEIDA, A.J.M. **Design e artesanato: a experiência das bordadeiras de Passira com a moda nacional**. 2013. 166 f. Dissertação (Mestrado em Têxtil e Moda) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

ANGELIS-DIMAKIS, A.; ALEXANDRATOUA, A.; BALZARINIB, A. Value chain upgrading in a textile dyeing industry. **Journal of Cleaner Production**, 2015. In press. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616300531>>. Acesso em: 8 mai. 2016.

ARAÚJO, M.; FANGUEIRO, R.; HONG, H. **Têxteis Técnicos, Materiais do Novo Milênio**, Vol. I. Minho: Williams/DGI Lda., 2000.

_____. **Têxteis Técnicos, Materiais do Novo Milênio, Vol. II**. Minho: Williams/DGI, Lda. 2001. ISBN 972-98468-1-2.

_____. **Têxteis Técnicos, Materiais do Novo Milênio, Vol. III**. Minho: Williams/DGI, Lda. 2001. ISBN 972-98469-2-0.

ARC. Agricultural Research Council (New Zeland). **Hemp**. Disponível em: <<http://www.arc.agric.za/arc-iic/Pages/Hemp.aspx>>. Acesso em: 28 jan. 2016

ARTESANATO SEBRAE. **Artesãos do Marajó-PA**. Disponível em: <<http://artesanatosebrae.blogspot.com/2009/07/artesas-do-marajo-pa-levam-fibra-do.html>>. Acesso em: 2 fev. 2015.

BALICK, M.J. Amazonian oil palms of promise: a survey. **Economic Botany**, v.33, n.1, p.11-28, 1979.

BALTEX. Medical Textiles and Fabrics. **Medical Fabrics and Products for the Healthcare Sector**. Disponível em: < <http://www.baltex.co.uk/medical/>>. Acesso em: 05 fev. 2016.

BHAMRA, T. Buiding ecodesign throughout the supply chain: a new imperative for the textile and clothing industry. In: MIRAFTAB, M.; HORROCKS , A. R. (Eds.). **Ecotextiles – The way forward for sustainable development in textiles. Part II Sustainability and ecodesign**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2007. p. 41-49.

BLACKBURN, R.S. **Biodegradable and Sustainable Fibres**. Cambridge: The Textile Institute Woodhead Publishing Limited, 2005. 456p.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Panorama da cadeia produtiva têxtil e de confecções e a questão da inovação**. Rio de Janeiro, 2009, p. 159-202.

BORGES, A. **Design + artesanato: o caminho brasileiro**. São Paulo: Editora Terceiro Nome, 2011. 240 p.

BORRI, A.; CORRADI, M.; SPERANZINI, E. Reinforcement of wood with natural fibers. **Composites Part B Engineering**, v.53, p. 1-8, 2013.

BRANDÃO, M. D. L. F. **Design sustentável: o uso da matéria prima renovável. Um estudo de caso da produção do couro vegetal no norte do Brasil**. 2007. 134 f. Tese (Doutrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

BÜRDEK, B. E. **Design – História, teoria e prática do design de produtos**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1999. 496 p.

C YU. Sisal. In: FRANCK, R. R. (Ed.). **Bast and other plant fibres**. USA: Woodhead Publishing, 2005. capítulo 6, p.228-273.

_____.Natural Textile Fibres: Vegetable Fibres. In: SINCLAIR. R. (Ed.). **Textiles and Fashion Materials, Design and Technology**. UK: Woodhead Publishing Series in Textiles, 2014. capítulo 2, p. 29-56.

CALDAS, A. L. Artesanato movimenta mais de R\$ 50 bilhões na economia brasileira. **Radioagência Nacional**. 28 de dezembro de 2013. Disponível em: < <http://memoria.ebc.com.br/radioagencianacional/materia/2013-12-28/artesanato-movimenta-mais-de-r-50-bilh%C3%B5es-na-economia-brasileira>>. Acesso em: 14 maio 2016.

CALLISTER, Jr. W.D. **Materials Science and Engineering**. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2008.

CHEN, L.; WANGA B.; RUANA, X.; CHENA, J.; YANGC, Y. Hydrolysis-free and fully recyclable reactive dyeing of cotton in green, non-nucleophilic solvents for a

sustainable textile industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 107, p. 550-556, 2015.

CIECHAŃSKA, D.; NOUSIAINEN, P. Cellulosic fibres and fabric processing. In: BLACKBRUN, R. S. (Ed). **Biodegradable and sustainable fibres**. Cambridge: Published by Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, 2005. capítulo 4, p. 111-156.

CIVIL DIGITAL. **Fiber-Reinforced Concrete**. Disponível em: <<http://civildigital.com/fiber-reinforced-concrete/>>. Acesso em: 05 fev. 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS (CNI). **Têxtil e confecção: Inovar, desenvolver e sustentar**. Brasília, 2012.

COATS CORRENTE. **Fios especiais**. Disponível em: <www.coatscorrente.com.br>. Acesso em: 17 jul. 2015.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Sisal 2015: Retrospectiva**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_02_04_11_15_32_sisal__conjuntura_especial_retrospectiva_2015-1.pdf>. Acesso em: 7 mai. 2016.

COOK, J. G. **Handbook of textile fibres: Natural fibres**. Cambridge: Woodhead Publishing, 1968. v.1, 760 p.

DORAISWAMY, I.; BASU, A. Cotton weaving technology. In: GORDON, S.; HSIEH, Y. L. (Eds). **Cotton: Science and technology**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2007, capítulo 10, pp. 328-351.

DPXSTONE. **Wood Cupboard Furniture Designs**. Disponível em: <<http://www.dpxstone.com/image/wood-cupboard-furniture-designs-aa4b>>. Acesso em: 12 jan. 2016

DUARTE, C. **Fabricação e caracterização de material compósito de resina poliéster reforçada por tecido de fibra de tururi extraído da palmeira de ubuçu (*Manicaria saccifera*)**. 2011. 76 f. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

ECODESENVOLVIMENTO. **De tendência para comportamento, a moda sustentável alça voo**. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/noticias/moda-sustentavel-de-tendencia-para-comportamento>>. Acesso em: 02 fev. 2016.

ECOSIMPLE. **Tecido Ecológico da Ecosimple atrai estilistas**. Disponível em: <http://www.ecosimple.com.br/blog/item/144/anticosetificiofiorentino_default.html>. Acesso em: 02 fev. 2016.

EL MOGAHZY, Y. E. **Engineering textiles: integrating the design and manufacture of textule products**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2009. 560 p.

EMPRESAS CONSTRUCCION. **Geosintéticos**. Disponível em: <<http://www.empresasconstruccion.es/geosinteticos-geotextiles-funciones-clasificacion/>>. Acesso em: 02 fev. 2016.

FARRINGTON, D. W.; LUNT, J. ; DAVIES, S.; BLACKBURN, R. S. Poly(lactic acid) fibers. In: BLACKBURN, R. S. (Ed). **Biodegradable and sustainable fibres**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, 2005. capítulo 6, p. 191-220.

FERNANDES, F. Artesanato já movimenta 2,8% do PIB. **Folha de São Paulo – Mercado**. 15 de maio de 2000. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/dinheiro/fi1505200005.htm>>. Acesso em: 14 maio 2016.

FERREIRA, S. R.; MARTINELLI, E.; PEPE, M.; SILVA, F. D. A.; TOLEDO, R. D. F. Inverse identification of the bond behavior for jute fibers in cementitious matrix. **Composites Part B: Engineering**, v. 95, p. 440-452, 2016.

FLETCHER, K.; GROSE, L. **Moda & Sustentabilidade: Design Para Mudança**. São Paulo: Editora Senac, 2011. 192 p.

FLETCHER, K. **Sustainable Fashion and Textiles**. Londres: Earthscan, 2008. 239 p.

FUENTES C. A.; BECKERS, K.; PFEIFFER, H.; TRAN, L.Q.N.; DUPONT-GILLAIN, C.; VERPOEST, I.; VAN VUURE, A.W. Equilibrium contact angle measurements of natural fibers by an acoustic vibration technique. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 455, p.164–173, 2014.

GA-MINERAGREX. **Sisal**. Disponível em: <<http://www.ga-mineragrex.com/product-sisal.php>>. Acesso em: 4 jan. 2016.

GAÑÁN, P.; ZULUAGA, R.; VELEZ, J.M.; MONDRAGON, I. Biological natural retting for determining the hierarchical structuration of banana fibers. **Macromolecular Science**, v. 4, p. 978-983, 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008. 184 p.

GUIMARAES, B.M.G. **Estudos das características físico-químicas de fibras vegetais têxteis de espécies de Malvaceae**. 2014. 167 f. Dissertação (Mestrado em Têxtil e Moda) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

HEARLE, J. W. S. Physical structure and properties of cotton. In: GORDON, S.; HSIEH, Y. L. (Eds). **Cotton: Science and technology**. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 2007, capítulo 2, pp. 35–67.

HEARTPINE. **More Reclaimed Wood Furniture**. Disponível em: <<http://heartpine.com/more-reclaimed-wood-furniture/>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

HENDERSON, A. J.; GALEANO, G.I; BERNAL, R. **Guide to the palms of the americas**. Princeton: Princeton University Press, 1995. 352 p.

HOUCK, M. M. **Identification of textile fibers**. Cambridge: Woodhead Publishing in Textiles, 2009. 375 p.

ICSID - INTERNATIONAL COUNCIL OF SOCIETIES OF INDUSTRIAL DESIGN.

Definition of Design. Disponível em:

<<http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

IDEALMT. **Produtores debatem vazio do algodão no Mato Grosso**. Disponível em: <<http://idealmt.com.br/2015/12/produtores-debatem-vazio-do-algodao-em-mato-grosso/>>. Acesso em: 7 jan. 2016.

IHUEZE, C. C.; OKAFOR, C. E.; OKOYE, C. I. Natural fiber composite design and characterization for limit stress prediction in multiaxial stress state. **Journal of King Saud University – Engineering Sciences**, v. 27, n.2, p. 193-206, 2015.

INHABITAT. **Chissick Design Turns Salvaged Wood Scraps Into Beautiful Fused Furniture**. Disponível em: <<http://inhabitat.com/chissick-design-turns-salvaged-wood-scraps-into-beautiful-fused-furniture/>>. Acesso em: 07 jan. 2016.

ISAZA, C.; BERNAL, R.; HOWARD, J. Use, Production and Conservation of Palm Fiber. South America: A Review. **Journal of Human Ecology**, v. 42, n. 1, p. 69-93, 2013.

JABBAR, A.; MILITKÝ, J.; KALE, B. M.; RWAWIIRE, S.; NAWAB, Y.; BAHETI, V. Modeling and analysis of the creep behavior of jute/green epoxy composites incorporated with chemically treated pulverized nano/micro jute fibers. **Industrial Crops and Products**, v. 84, p. 230-240, 2016.

JARDIM, N.R; SANTOS, M.R; FERREIRA, M.F; RODRIGUES, N.F; RABELO, H.J.C. Desenvolvimento De Tecnologias Voltadas À Fibra De Tururi Aplicada Ao Projeto De Eco Embalagens. In: **9º. P&D Design Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, 2010, São Paulo. 9º. P&D Design Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2010. v. 1.

KASWELL, E. R. **Handbook of Industrial Textiles**. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology (MIT) e Wellington Sears Company, 1963. 757 p.

KETTLEY, S. The design of technical textiles. In: BRIGGS-GOODE, A.; TOWNSEND, K. (Eds). **Textile design: Principles, advances and applications**.

Cambridge: Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, 2011. capítulo 14, p. 323-353.

KOZLOWSKI, R. et al. Bast fibres (flax, hemp, jute, ramie, kenaf, abaca). In: BLACKBRUN, R. S. (Ed.). **Biodegradable and sustainable fibres**. Cambridge: Published by Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, 2005. capítulo 2, p. 36-88.

KRISHNAN, K. B.; DORAISWAMY, I; CHELLAMANI, K. P. Jute. In: FRANCK, R. R. (eds). **Bast and other plant fibres**. Oxford: Woodhead Publishing Limited, 2005. pp. 24-93.

KUASNE, A. **Curso têxtil em malharia e confecção**. Apostila do curso oferecida pelo centro federal de educação tecnológica de Santa Catarina, 2008.

KUBRUSLY, M.E.; IMBROISI, R. **Desenho de fibra: artesanato têxtil no Brasil**. Rio de Janeiro: SENAC Nacional; São Paulo: SENAC, 2011.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2007. 320 p.

LAWRENCE, C.; COLLIER, B. Natural geotextiles. In: BLACKBRUN, R. S. (Ed). **Biodegradable and sustainable fibres**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, 2005. capítulo 11, p. 343-366.

LEAL, R.M.D.C. A Diversidade Da Fibra Do Tururi: Aplicabilidade E Usabilidade. In: 8º Colóquio de Moda, 2012, Rio de Janeiro. **Anais do 8º Colóquio de Moda**. Rio de Janeiro, 2012.

LI, V.C. Large Volume, High-Performance Applications of Fibers in Civil Engineering. **Journal of Applied Polymer Science**, Vol. 83, No. 2, pp. 660-686, 2002.

LI, Z.; WANG, X.; WANG, L. Properties of hemp fibre reinforced concrete composites. **Composites: Part A**, v. 37, p. 497-505, 2005.

MAHAPATRA, N. N. **Textiles and Environment**. India: Woodhead Publishing India, 2015. 207 p.

MAIA, F. A. **Fibras da Amazônia na produção de moda: uma proposta de indicação geográfica**. Aparecida: Ideias & Letras, 2009. 104 p.

MALUF, E; KOLBE, W. **Dados Técnicos para a Indústria Têxtil**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e Associação Brasileira da Indústria Têxtil e da Confecção ABIT. 2a Ed., São Paulo, 2003. 336 p.

MANSOURIAN, A.; RAZMI, A.; RAZAVI, M. Evaluation of fracture resistance of warm mix asphalt containing jute fibers. **Construction and Building Materials**, v. 117, p. 37-46, 2016.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 368 p.

MEDINA, J. C. **Plantas Fibrosas da Flora Mundial**. Impresso pelo Instituto Agrônômico de Campinas, 1959. 913 p.

MELO, D. Q.; VIDAL, C. B.; SILVA, A. L. D.; TEIXEIRA, R. N. P.; RAULINO, G. S. C.; MEDEIROS, T.C.; FECHINE, P. B. A.; MAZZETO, S. E.; KEUKELEIRE, D. D.; NASCIMENTO, R. F. Removal of Cd²⁺, Cu²⁺, Ni²⁺, and Pb²⁺ ions from aqueous solutions using tururi fibers as an adsorbent. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 131, n. 20, 2014.

MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Talentos do Brasil**. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/talentos-do-brasil-mat%C3%A9ria-prima-da-floresta-gera-renda-para-artes%C3%A3s-amazonenses-0>>. Acesso em: 10 mai. 2016.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Disponível em:<<http://www.transportes.gov.br/>>. Acesso em: 2 fev. 2015.

MODAMODAMODA. **Clássicos do Verão: acessórios de fibras naturais**. Disponível em: <<http://modamodamoda.com.br/classicos-do-verao-acessorios-de-fibras-naturais/>>. Acesso em: 08 fev. 2016

MONTEIRO, A.S; BARUQUE-RAMOS, J. Amazonian Tururi Palm Fiber Material (*Manicaria saccifera* Gaertn.). In: FANGUEIRO, R.; RANA, S. (Ed.). **Natural Fibres: Advances in Science and Technology Towards Industrial Applications**. Germany: RILEM Bookseries, 2016. p. 127-138.

MONTEIRO, A.S.; LEONARDI, B.; SAVASTANO H.J.; BARUQUE-RAMOS, J. Tururi palm fibrous material (*Manicaria saccifera* Gaertn.) characterization. **Green Materials**, 3:4, p. 120-131, 2015.

MURI, J. M.; BROWN, P. J. Alginate fibers. In: BLACKBRUN, R. S. (Ed). **Biodegradable and sustainable fibres**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, 2005. capítulo 3, p. 89-110.

NAWY, EDWARD G.; D.ENG.; P.E.; C.ENG. Fiber-Reinforced Composites. In: _____. **Concrete Construction Engineering Handbook**. Boca Raton: CRC Press, 2008. cap.22, p. 22-25.

NEEDLES, H. L. **Textile fibers, dyes, finishes, and processes**. New Jersey: Noyes Publications, 1986. 243 p.

OLIVEIRA, A.K.F.; D'ALMEIDA, J.R.M. Description of the mechanical behavior of different thermoset composites reinforced with *Manicaria saccifera* fibers. **Journal of Composite Materials**, v. 0, n. 0, p. 1–8, 2013.

_____. **Estudo da viabilidade técnica de utilização do composto poliuretano de resina de mamona e fibra de ubuçu na fabricação de pisos e revestimentos.** 2011. 251 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Materiais) – Departamento de Engenharia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011

PANTONE. **Formula Guide Set Coated & Uncoated**, Pantone, Carlstadt, NJ, USA. Disponível em: < <http://www.pantone.com> >. Acesso em: 15 set. 2015

PHILIP, B.M.; ABRAHAM, E.; DEEPA, B.; POTHAN, L. A.; THOMAS, S. Plant Fiber-Based Composites. In: THAKUR, V.K. (Ed.). **Green Composites from Natural Resources**. Amsterdam: Taylor & Francis, 2014. capítulo. 5, p. 95-124.

PIL, F.; BENSADOUN, F.; PARISSET, J.; VERPOEST, I. Why are designer fascinated by flax and hemp fiber composites?. **Composite Part A: Applied Science and Manufacturing**, v. 83, p.193-205, 2015.

PITTOLI, M. **Sistemas de titulação dos materiais têxteis**. IFSC – Instituto Federal de Santa Catarina. Araranguá. Apostila, 2008.

PORRAS, A.; MARANON, A. Eco friendly core sandwich panel reinforced with *Manicaria* fiber and PLA matrix. In: **Anais do ECCM15 - 15th European Conference On Composite Materials**, Veneza, Itália, 24-28 Junho 2012.

PORRAS, A.; MARANON, A.; ASHCROFT, I. A. Characterization of a novel natural cellulose fabric from *Manicaria saccifera* palm as possible reinforcement of composite materials. **Composites Part B: Engineering**, v.74, 66-73, 2015.

PROGRAMA NACIONAL DO ARTESANATO. Base Conceitual do Artesanato Brasileiro. 2012. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_1347644592.pdf>. Acesso em: 14 maio 2016.

PURITY SEED USA. **How to grow flax**. Disponível em: <<http://www.purityseedsusa.com/blog/how-to-grow-flax/>>. Acesso em: 04 fev. 2016

QUEIROZ, R. S.; BARUQUE-RAMOS, J. **Aplicabilidade de Fibras Vegetais Alternativas Brasileiras na Produção de Materiais Têxteis**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.

RAMAN, C. D.; KANMANI, S. Textile dye degradation using nano zero valent iron: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 117, p. 341-355, 2016.

RANA, S.; PICHANDI, S; PARVEEN, S.; FANGUEIRO, R. Biodegradation Studies of Textiles and Clothing Products. In: MUTHU, S. S. (Ed.). **Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing: Environmental and Social Aspects of Textiles and Clothing Supply Chain**. Singapore: Springer, 2014. pp. 83-123.

REUSE IDEIAS. **Ronaldo Fraga lança alternativa sustentável na SPFW**. Disponível em: <<http://reuseideias.com.br/ronaldo-fraga-lanca-alternativa-sustentavel-na-spfw/>>. Acesso em: 10 mai. 2016.

RAY, D.; SARKAR, B. K. Characterization of alkali-treated jute fibers for physical and mechanical properties. **Journal of Applied Polymer Science**, v.80, e.7, p. 1013-1020, 2001.

REDDY, N.; YANG, Y. Properties and potential applications of natural cellulose fibers from cornhusks. **Green Chemistry**, v. 7, n. 4, p. 190-195, 2005.

SALENTIJS E. M.; ZHANG, Q.; AMADUCCI, S.; YANG, M.; TRINDADE, L. M. New developments in fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) breeding. **Industrial Crops and Products**, v.68, p. 32-41, 2015.

SALMON-MINOTTE, J; FRANCK, R. R. Flax. In: FRANCK R. R. (Ed.). **Bast and other plant fibres**. Inglaterra: Woodhead Publishing, 2002. Cap. 3, p. 98-175.

SANTANA, M. F. Design e Artesanato: fragilidades de uma aproximação. **Revista do Centro Interdisciplinar de Desenvolvimento e Gestão Social - CIAGS & Rede de Pesquisadores em Gestão Social - RGS**, v. 3, n. 2, p. 103-115, 2012.

SARAIVA, M. P. **Laminado de madeira reforçado com fibras naturais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013. 71p.

SAVILLE, B.P. **Physical testing of textiles**. Cambridge: The Textile Institute Woodhead Publishing Ltd., 2007. 336 p.

SEBRAE, Catálogo de Produtos Tururi Muaná, Belém, Pará, 2011.

SEYAM, A.F.M; BARUQUE-RAMOS, J; MONTEIRO A.S.; MIDANI, M. Green Composites from Tururi Fiber and Their Potential Applications: A Research Progress. In: **SMARTEX 2015**, Kafrelshiekh University, Kafrelshiekh, Egypt, 2015.

SILVEIRA, S. **Manual das Matérias Primas Têxteis**. CILAN – Centro de Formação Profissional para a Indústria de Lanifícios. 104 p. Covilhã - Portugal, 2011.

SINCLAIR, R. **Textiles and Fashion: Materials, Design and Technologies**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2014. 913 p.

SORGER, R., UDALE, J. **Fundamentos de Design de Moda**. Tradução Joana Figueiredo, Diana Aflalo. Porto Alegre: Bookman, 2009. 176 p.

SOUROVROPE. Disponível em: <<http://sourovrope.com/home/?p=474>>. Acesso em: 04 fev. 2016

SPONNER, J.; TOÂTH, L.; CZIGER, S.; FRANCK, R. R. Hemp. In: FRANCK R. R. (Ed.). **Bast and other plant fibres**. Inglaterra: Editora Woodhead Publishing, 2002. Cap. 4, p. 176-206.

STUART, B. H. Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications. **AnTS – Analytical Techniques in the Sciences**, 2004. 244 p.

SWAMY, R.N. Vegetable fibre reinforced cement composites—a false dream or a potential reality?. In: SOBRAL H.S. (Ed.). **Vegetable Plants and their fibres as Building Materials**. Londres: Chapman and Hall, 1990. cap.1, p.1-3.

Tavčer, P. F., Košir, S. and Csiszar, E. Properties of differently printed and easy-care finished linen fabrics. **Coloration Technology**, v. 127, p. 194–199, 2011.

THAKUR, V.K. **Green Composites from Natural Resources**. Amsterdam: Taylor & Francis, 2014.

THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN. *Manicaria saccifera* Gaertn. ID 01137388. Disponível em: < <http://sweetgum.nybg.org/vh/specimen.php?irn=1284029> >. Acesso em 24 de agosto de 2013.

WCED, Our Common Future: The world commission on environment and development. Oxford: Oxford University Press, 1987, 400p.

WIKIPEDIA. **Delta do Amazonas**. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Delta_do_Amazonas >. Acesso em: 14 maio 2016.

WILSON, J. Fibres, yarns and fabrics: fundamental principles for the textile designer. In: BRIGGS-GOODE, A.; TOWNSEND, K. (Ed.). **Textile design Principles, advances and applications**. Oxford: Woodhead, 2011. p. 3–30.

Normas Técnicas

Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (para análise microscópica). ABNT NBR 13 538-1995: Material têxtil - Análise qualitativa. 20 p.

Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (para determinação de espessura). ABNT NBR 13371:2005: Materiais têxteis. 7 p.

Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 12331/91: Fibras têxteis - Taxa convencional de condicionamento - Padronização. 2 p.

Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT ISO 139:2005: Têxteis – Atmosferas normais de condicionamento de ensaios. 6p.

Normas da “American Society of Testing Materials” (para alongamento e resistência no ensaio de tração). ASTM D 3 822-2001: Standard test method for tensile properties of single textile fibers. West Conshohocken, 2006. 10 p.

Normas da “American Society of Testing Materials” (para alongamento e resistência no ensaio de tração). ASTM D 1445-05: Standard test methods for breaking strength and elongation of cotton fibers (Flat Bundle Method). West Conshohocken, 2006. 8 p.

Normas da “American Society of Testing Materials” (para testes de abrasão em Martindale). ASTM D4966-89: Standard Test Method for Abrasion Resistance of Textile Fabrics (Martindale Abrasion Tester Method). West Conshohocken, 2006. 3 p.

Normas da “American Society of Testing Materials” (para testes de pilling em Martindale). ASTM D4970-02: Standard Test Method for Pilling Resistance and Other Related Surface Changes of Textiles Fabrics (Martindale Pressure Tester Method). West Conshohocken, 2006. 4 p.

Norma “International Standards Organization” (para determinação do título médio das fibras). ISO 1973-1995: Textile fibres - Determination of linear density - Gravimetric method and vibroscope method. 8 p.

Norma “International Standards Organization” (para determinação do regain das fibras). SO/TR 6741-4 -1987: Textiles - Fibres and yarns - Determination of commercial mass of consignments- Part 4: Values used for the commercial allowances and the commercial moisture regains. 6 p.

Apêndices

Apêndice I. Tabelas dos resultados obtidos em dinamômetro Instron (5569, EUA) para os testes de fibras de tururi.

Tabela I.1. Valores de densidade linear (tex), carga máxima (N), carga na quebra (N) e tenacidade na quebra (cN/tex) dos testes realizados com as fibras da espécie *Manicaria saccifera* Gaertn.

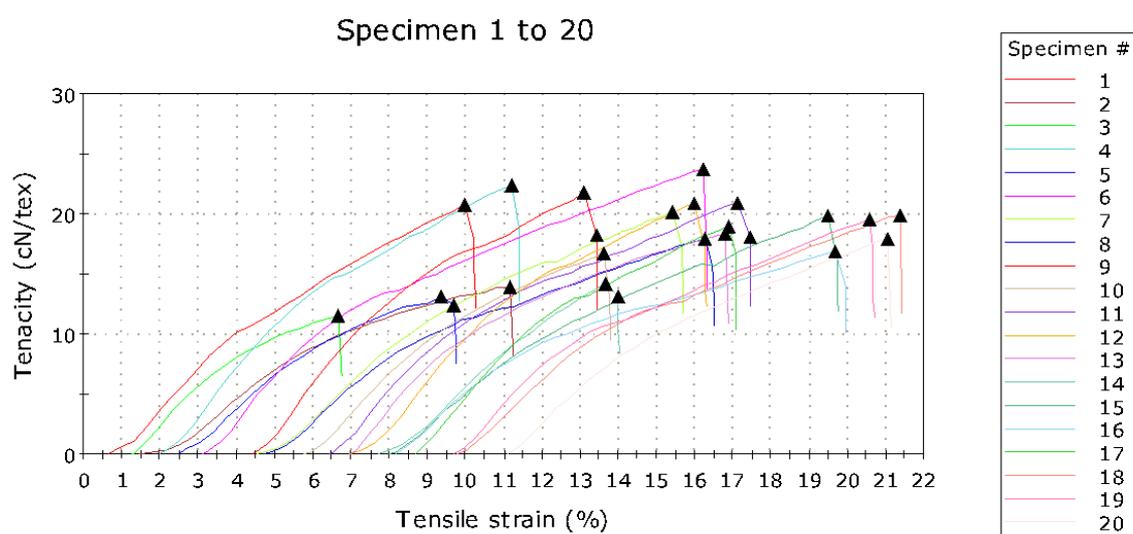
	Densidade Linear (tex)	Carga Máxima (N)	Carga na quebra (Standard) (N)	Tenacidade na quebra (Standard) (cN/tex)
1	126,0	26,11	26,11	20,72
2	101,0	14,05	14,05	13,91
3	105,0	12,10	12,10	11,53
4	92,0	20,66	20,66	22,45
5	120,0	15,68	14,92	12,43
6	98,0	23,27	23,27	23,75
7	93,0	18,72	18,72	20,12
8	112,0	20,12	20,12	17,96
9	77,0	16,73	13,99	18,17
10	82,0	13,66	13,66	16,66
11	91,0	19,07	16,48	18,11
12	84,0	17,58	17,58	20,92
13	80,0	14,72	14,72	18,40
14	85,0	12,05	11,20	13,17
15	93,0	18,46	18,46	19,85
16	110,0	18,51	18,51	16,82
17	109,0	20,74	20,74	19,03
18	109,0	21,61	21,61	19,83
19	122,0	23,89	23,89	19,58
20	78,0	14,00	14,00	17,95
Média	98,4	18,09	17,74	18,07
Desvio padrão	15,222	3,979	4,169	3,243
Coefficiente de variação	15,48	22,00	23,50	17,95

Tabela I.2. Valores de extensão na carga máxima (mm), extensão na quebra (mm), tensão na ruptura (%) e modulo de Young (N/tex) dos testes realizados com as fibras de sacos da espécie *Manicaria saccifera* Gaertn.

	Extensão na Carga Máxima (mm)	Extensão na quebra (Standard) (mm)	Tensão na Ruptura (Standard) (%)	Modulo de Young (N/tex)
1	2,50	2,50	10,00	3,308
2	2,67	2,67	10,67	2,506
3	1,42	1,42	5,67	3,753
4	2,42	2,42	9,67	4,224
5	1,83	1,92	7,67	2,767
6	3,42	3,42	13,67	3,854
7	3,08	3,08	12,33	3,153
8	3,17	3,17	12,67	2,925
9	2,25	2,33	9,31	4,216
10	2,25	2,25	9,00	3,405
11	3,00	3,08	12,31	3,692
12	2,58	2,58	10,33	3,844
13	2,67	2,67	10,67	3,595
14	1,75	1,83	7,33	3,186
15	3,08	3,08	12,33	2,790
16	3,00	3,00	12,00	2,972
17	2,17	2,17	8,67	3,882
18	3,17	3,17	12,67	3,141
19	2,83	2,83	11,33	3,565
20	2,83	2,83	11,33	3,036
Média	2,60	2,62	10,48	3,391
Desvio padrão	0,533	0,521	2,084	0,489
Coefficiente de variação	20,47	19,88	19,88	14,43

Apêndice II. Gráficos obtidos em dinamômetro Instron (5569, EUA) para os testes com a fibra de tururi.

Figura II.1. Curvas de tenacidade (cN/tex) por percentual de alongamento (%) dos testes realizados com as fibras de sacos da espécie *Manicaria saccifera* Gaertn.



Apêndice III. Tabelas dos resultados obtidos em dinamômetro Instron (5569, EUA) para os testes de tiras de tururi.

Tabela III.1. Valores de carga na quebra (N), carga máxima (N), resistência tênsil na quebra (Mpa), resistência tênsil máxima (Mpa) dos testes realizados com as tiras de sacos da espécie *Manicaria saccifera* Gaertn.

	Carga na quebra (Standard) (N)	Carga máxima (N)	Resistência tênsil na quebra (Standard) (MPa)	Resistência tênsil na carga máxima (MPa)
1	251,1	319,3	17,7	22,5
2	401,8	414,9	28,3	29,2
3	428,7	523,2	30,1	36,8
4	184,7	274,1	13,0	19,3
5	362,8	418,9	25,5	29,5
6	332,0	340,4	23,3	23,9
7	202,1	219,3	14,2	15,4
8	161,3	191,9	11,3	13,5
9	260,8	260,8	18,3	18,3
10	195,7	202,8	13,8	14,3
11	235,6	245,2	16,6	17,2
12	155,0	166,7	10,9	11,7
13	156,4	173,5	11,0	12,2
14	243,4	244,6	17,1	17,2
15	119,2	127,4	8,4	9,0
16	145,7	147,7	10,2	10,4
17	136,0	136,0	9,6	9,6
18	103,3	129,9	7,3	9,1
19	89,9	100,2	6,3	7,0
20	112,9	180,1	7,9	12,7
21	236,4	236,4	16,6	16,6
22	362,9	453,7	25,5	31,9
23	309,7	436,7	21,8	30,7
24	153,1	153,8	10,8	10,8
25	241,8	258,4	17,0	18,2
26	114,1	224,3	8,0	15,8
27	200,6	203,9	14,1	14,3
28	253,3	285,2	17,8	20,1
29	142,5	193,8	10,0	13,6
30	400,1	441,3	28,1	31,0
31	123,6	158,4	8,7	11,1
32	86,4	132,1	6,1	9,3
33	127,9	137,3	9,0	9,7
34	127,9	129,5	9,0	9,1
35	131,6	184,2	9,3	13,0
36	252,7	256,3	17,8	18,0
37	163,1	221,6	11,5	15,6
38	263,2	387,2	18,5	27,2
39	234,9	269,0	16,5	18,9
40	308,7	422,6	21,7	29,7
Média	212,8	250,1	15,0	17,6
Desvio padrão	93,44	110,59	6,57	7,78
Coeficiente de variação	43,91	44,23	43,91	44,23

Tabela III.2. Valores de extensão na quebra (mm), extensão na carga máxima (mm), alongamento na ruptura (%) e alongamento na carga máxima (%) e módulo de Young dos testes realizados com as tiras de sacos da espécie *Manicaria saccifera* Gaertn.

	Extensão na quebra (Standard) (mm)	Extensão na Carga Máxima (mm)	Alogamento na Ruptura (Standard) (%)	Alongamento na carga máxima (%)	Módulo de Young (MPa)
1	10,74	8,69	5,4	4,3	867,6
2	9,47	8,58	4,7	4,3	1098,0
3	11,48	10,34	5,7	5,2	1237,2
4	8,30	6,36	4,2	3,2	897,0
5	10,54	9,41	5,3	4,7	1013,4
6	11,12	10,53	5,6	5,3	654,9
7	13,19	12,80	6,6	6,4	428,9
8	10,48	8,65	5,2	4,3	445,7
9	11,81	11,81	5,9	5,9	526,6
10	10,29	9,26	5,1	4,6	474,2
11	12,12	11,67	6,1	5,8	431,2
12	11,47	9,64	5,7	4,8	349,5
13	12,98	12,27	6,5	6,1	307,4
14	12,89	12,72	6,4	6,4	435,7
15	14,97	14,89	7,5	7,4	172,0
16	13,94	13,61	7,0	6,8	250,5
17	12,70	12,70	6,4	6,4	213,5
18	13,07	12,34	6,5	6,2	223,0
19	10,83	10,63	5,4	5,3	237,1
20	11,61	10,13	5,8	5,1	476,6
21	10,94	10,94	5,5	5,5	513,3
22	11,06	10,34	5,5	5,2	1028,0
23	13,24	11,22	6,6	5,6	937,8
24	9,45	9,28	4,7	4,6	408,9
25	11,10	9,68	5,6	4,8	572,2
26	10,88	8,09	5,4	4,0	569,7
27	9,05	8,63	4,5	4,3	530,4
28	12,91	11,23	6,5	5,6	562,2
29	7,15	5,81	3,6	2,9	681,2
30	12,33	11,47	6,2	5,7	721,4
31	15,24	13,21	7,6	6,6	233,4
32	16,43	12,76	8,2	6,4	196,0
33	15,68	15,27	7,8	7,6	185,1
34	15,30	14,97	7,6	7,5	181,5
35	10,51	8,96	5,3	4,5	417,2
36	10,56	10,47	5,3	5,2	521,6
37	10,98	9,90	5,5	5,0	474,5
38	12,44	8,97	6,2	4,5	787,0
39	10,94	10,03	5,5	5,0	825,7
40	11,67	9,46	5,8	4,7	989,3
Média	11,80	10,69	5,9	5,3	551,9
Desvio padrão	1,99	2,15	0,99	1,08	287,59
Coefficiente de variação	16,86	20,11	16,86	20,11	52,11

Apêndice IV. Gráficos obtidos em dinamômetro Instron (5569, EUA) para testes com a tira de tururi.

Figura IV.1. Curvas de carga (N) por extensão (mm) dos testes 1 a 20 realizados com as tiras da de sacos da espécie *Manicaria saccifera* Gaertn.

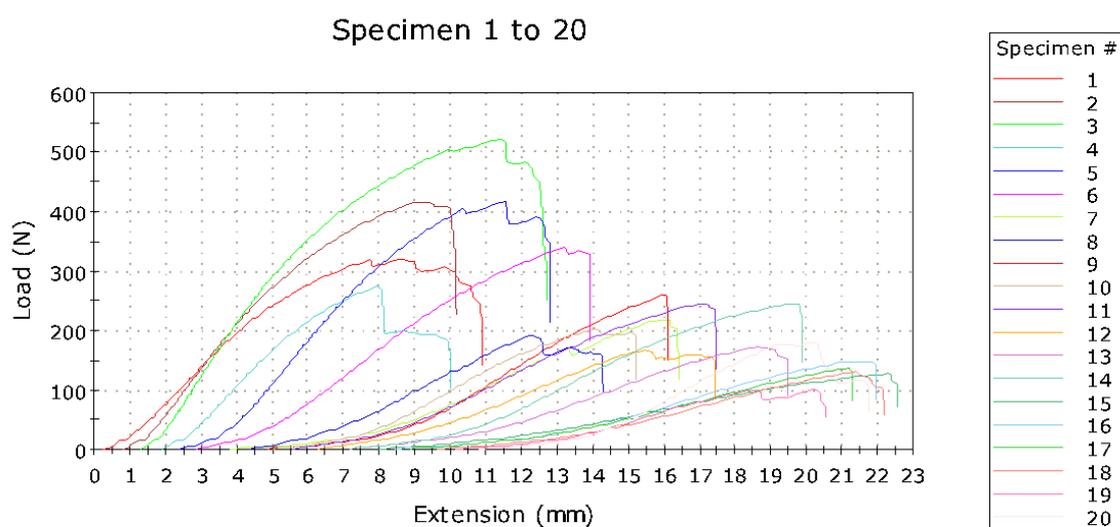
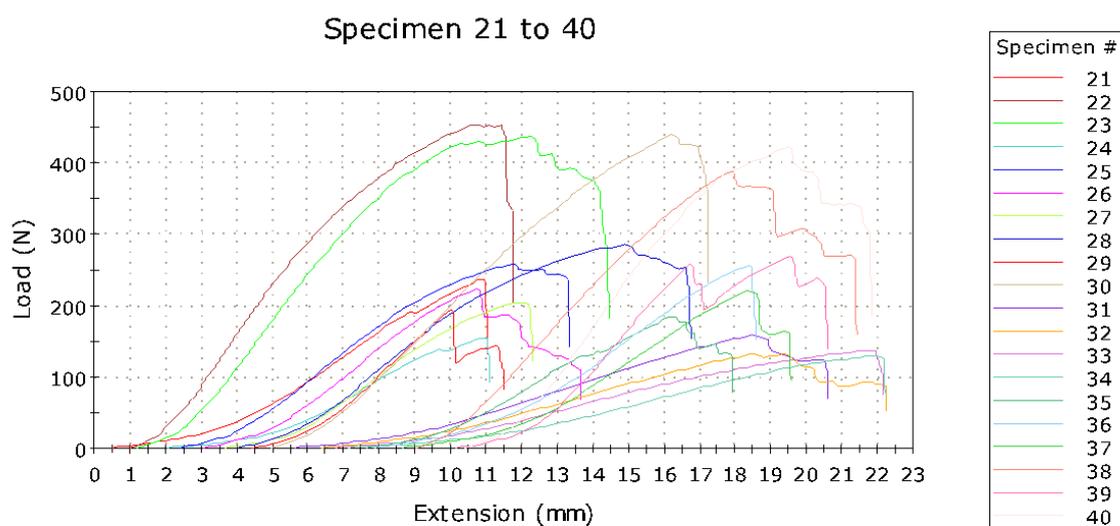


Figura IV.2. Curvas de carga (N) por extensão (mm) dos testes 21 a 40 realizados com as tiras da de sacos da espécie *Manicaria saccifera* Gaertn.



Apêndice V. Tabelas com os resultados obtidos em dinamômetro Instron (5569, EUA) para o teste pareado de tiras de tururi natural e descoloridas.

Nos resultados apresentados nas Tabelas V.1 e V.2, os números dos corpos-de-prova apresentam a sequência: natural e descoloridos (1 e 2; 5 e 6; 7 e 8; 9 e 10). O conjunto 3 e 4 (natural e descolorido) foi desconsiderado por erro experimental.

Tabela V.1. Valores de carga na quebra (N), carga máxima (N), resistência tênil na quebra (MPa), resistência tênil na carga máxima (Mpa) dos testes realizados com as tiras pareadas de sacos da espécie *Manicaria saccifera* Gaertn.

	Carga na quebra (Standard) (N)	Carga máxima (N)	Resistência tênil na quebra (MPa)	Resistência tênil na carga máxima (MPa)
1	332,8	388,2	10,8	12,6
2	196,0	247,4	6,4	8,0
5	228,9	232,3	7,4	7,5
6	214,2	243,7	7,0	7,9
7	293,8	305,8	9,5	9,9
8	193,6	297,7	6,3	9,7
9	109,8	112,6	3,6	3,7
10	139,6	347,8	4,5	11,3
Média	213,6	271,9	6,9	8,8
Desvio padrão	73,53	84,05	2,39	2,73
Coeficiente de variação	34,42	30,91	34,42	30,91

Tabela V.2. Valores de extensão na quebra (mm), extensão na carga máxima (mm), alongamento na ruptura (%) e alongamento na carga máxima (%) e módulo de Young (Mpa) dos testes realizados com as tiras pareadas de sacos da espécie *Manicaria saccifera* Gaertn.

	Extensão na quebra (Standard) (mm)	Extensão na carga máxima (mm)	Alongamento na ruptura (Standard) (%)	Alongamento na carga máxima (%)	Módulo de Young (MPa)
1	7,31	6,70	7,3	6,7	291,2
2	7,76	6,41	7,8	6,4	197,6
5	3,78	3,55	3,8	3,6	295,1
6	7,22	6,38	7,2	6,4	188,8
7	5,47	5,23	5,5	5,2	318,5
8	5,36	4,86	5,4	4,9	316,9
9	2,46	2,37	2,5	2,4	236,8
10	6,08	4,92	6,1	4,9	358,8
Média	5,68	5,05	5,7	5,1	275,5
Desvio padrão	1,84	1,51	1,84	1,51	61,18
Coeficiente de variação	32,36	29,79	32,36	29,79	22,21

Apêndice VI. Gráficos obtidos em dinamômetro Instron (5569, EUA) o teste pareado de tiras de tururi naturais e descoloridas.

Figura VI.1. Curvas de carga (N) por extensão (mm) dos testes realizados com as tiras pareadas de sacos da espécie *Manicaria saccifera* Gaertn.

