UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES CIÊNCIAS E HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM TÊXTIL E MODA

LUCIANO FONSECA PINHEIRO

Fibra de bananeira (*Musa sp.*): processo de extração, beneficiamento e sua aplicabilidade em produtos têxteis

São Paulo

2021

LUCIANO FONSECA PINHEIRO

Fibra de bananeira (*Musa sp.*): processo de extração, beneficiamento e sua aplicabilidade em produtos têxteis

Versão Corrigida

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

Versão corrigida contendo as alterações solicitadas pela comissão julgadora em 01 de março de 2021. 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: Profa. Dra. Júlia Baruque Ramos

Coorientadora: Profa. Dra. Maria Elisa de Paula Eduardo Garavello.

São Paulo

2021

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)

CRB 8- 4936

Pinheiro, Luciano Fonseca

Fibra de bananeira (*Musa sp.*): processo de extração, beneficiamento e sua aplicabilidade em produtos têxteis / Luciano Fonseca Pinheiro ; orientadora, Júlia Baruque Ramos ; coorientadora, Maria Elisa de Paula Eduardo Garavello. – 2021

277 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. Fibras têxteis. 2. Fibras vegetais - Extração; Beneficiamento - Vale do Ribeira (SP). 3. Bananicultura - Aproveitamento; Uso - Vale do Ribeira (SP). 4. Sustentabilidade. 5. Artesanato - Vale do Ribeira (SP). I. Baruque-Ramos, Júlia, orient. II. Garavello, Maria Elisa de Paula Eduardo, orient. III. Título.

CDD 22.ed. –.677.02862

Nome: PINHEIRO, Luciano Fonseca

Título: Fibra de bananeira (*Musa sp.*): processo de extração, beneficiamento e sua aplicabilidade em produtos têxteis.

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

Área de Concentração: Materiais e Processos Têxteis.

Orientadora: Profa. Dra. Júlia Baruque Ramos

Orientadora: Profa. Dra. Maria Elisa de Paula Eduardo Garavello

Aprovado em: 01/ 03 / 2021.

Banca Examinadora

Prof. Dra. Maria Cecília L. dos Santos Instituição: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - FAUUSP

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dra. Rita de Castro Engler Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. Raul Fangueiro Instituição: Universidade do Minho - Portugal

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Agradecimentos

O mais sincero e profundo agradecimento a todas as pessoas que tornaram esse mestrado possível.

Agradeço a minha família, meu pai Sebastião Patrício Pinheiro e mamãe Maria Augusta da Fonseca, do lar, artesã, incentivadora incansável e sempre amorosa, a estrela mais linda do céu. Meus irmãos Samuel, Rosa Maria, Jocemar, Moisés e Alexandro, amo vocês. A todos meus professores, que sempre incentivaram o amor à arte, a não ter medo e enfrentar as adversidades. De alguma forma, todos vocês foram fundamentais para eu chegar até aqui.

Ao meu companheiro de vida, Robert Torrealba, sempre presente nas minhas escolhas. Grato por ter você ao lado para viver uma vida de amor e carinho.

As minhas orientadoras, a professora Doutora Júlia Baruque Ramos, por me guiar brilhantemente, e me amparar em questões fundamentais, e a professora Doutora Maria Elisa Eduardo de Paula Garavello, que repassou todo o seu conhecimento pioneiro sobre os temas deste estudo. As artesãs do Quilombo de Ivaporunduva por toda atenção e carinho que fui recebido. A turma do “L” Laís Kohan e Larissa Duarte, grato pela paciência, atenção e momentos inesquecíveis. A grande amiga Palloma Fernandes, presente em momentos maravilhosos! Mariana Laktim, Carol Campos (parceira de pesquisa), Ivete Cattani, Letícia Legallati, Laís Pennas, Bárbara Contin, Mylena Uhlig, Alexandre Oka, na qual compartilhamos a amizade, momentos felizes e ideais.

A Bárbara Leonardi e o Sr. Lorival Flor, da Golden Química; Associação Banarte; Lia Coelho do (CBPF), ao professor Dr. Holmer Savastano Jr. e a professora Dra. Cristiane Reis Martins da Unifesp. A Universidade do Minho, e o melhor grupo de pesquisadores, liderados naquele momento pelo professor Dr. António Pedro Souto (*in memoriam*). Os pesquisadores Joaquim Jorge e Patrícia Veiga, por todo o auxílio prestado. Aos professores Dr. Raul Fanguero, pelas oportunidades e parcerias entre as universidades.

*Naquele dia um, do dia 1, estava tudo ali:
O mangue: a vida, início de tudo.
As cores e pigmentos.
As fibras ao vento esperando serem colhidas e virarem artesanato,
a cobra, discretamente, também presente.
E mamãe, Maria Augusta da Fonseca.
A maior! A grande artista.
Neste dia, eu nasci.
Sim, assim de repente.
Hoje eu dei conta, que aqueles mesmos elementos presentes
São os mesmos de hoje.
A química, a farmácia e seus princípios ativos,
a botânica e seus elementos naturais
e a arte.
A arte! O que precisamos.

Te amo mamãe,
minha molécula de luz.*

(Luciano Fonseca Pinheiro, 2021)

RESUMO

PINHEIRO, Luciano Fonseca. **Fibra de bananeira (*Musa sp.*): processo de extração, beneficiamento e sua aplicabilidade em produtos têxteis.** 2021 277 f. Dissertação (Mestrado Têxtil e Moda) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2021.

A banana está presente em 129 países ao redor do mundo. O Brasil é o 5º maior produtor mundial e o estado de São Paulo, na região do Vale do Ribeira, o maior produtor nacional. O pseudocaule cortado, caso não tenha uma destinação, é descartado no solo, constituindo um agente poluidor. Uma alternativa seria a aproveitabilidade deste para a obtenção de fibras têxteis. Em Miracatu e Eldorado (cidade do Vale do Ribeira), diversos grupos de artesãos fazem a coleta, beneficiamento e utilizam as fibras da bananeira para a confecção artesanal de têxteis em teares manuais e técnicas diversas de trançados. Este estudo teve como objetivo relatar o processo de extração e beneficiamento da fibra de bananeira pela comunidade Ribeirinha do Quilombo de Ivaporunduva (Vale do Ribeira - SP). Também foram realizados ensaios de branqueamento e tingimento, e determinação das características físico-químicas da fibra de bananeira (cultivar prata AAB) (ensaios tênséis, MEV, DSC, TGA, FTIR, análise de cor e brancura, e DRX). Esses resultados foram comparados com os de fibras de reconhecida empregabilidade têxtil e foram feitas sugestões de uso com foco em aplicações técnicas e design. Os principais valores encontrados da caracterização das fibras de bananeira foram: Celulose – Fibra Externa (FE) 61,30 % e fibra Interna (FI) 72,81%; Lignina – FE: 26,70 % e FI: 9,13 % e Índice de cristalinidade – FE: 66,71 %; FI: 61,01 %. Nas comparações feitas com fibras de reconhecida empregabilidade têxtil, encontrou-se similaridade de propriedades, notadamente tênséis, com outras fibras de folha, como o abacaxi e o sisal. O banho de celulase e pectinase foi eficaz ao degradar parte da pectina e da celulose presente na fibra, pois foi capaz de diminuir os níveis destes constituintes (o foco da ação das enzimas), mas também afetou os níveis de hemicelulose. Foi constatado no grupo de Artesãos da Comunidade de Ivaporunduva, que as práticas de artesanato com palha de bananeira (antes das extração das fibras), repassadas às artesãos nas comunidades, mantiveram-se vivas e ainda hoje observa-se que além de ser uma atividade de geração de renda, contribui para a sustentabilidade ambiental destas comunidades.

Palavras-chave: Fibra de bananeira. Têxtil. Design. Sustentabilidade. Artesanato.

ABSTRACT

PINHEIRO, Luciano Fonseca. **Banana fiber (*Musa sp.*): extraction process, processing and its applicability in textile products**. 2021 277 f. Dissertation (Master of Science) – School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo. São Paulo, 2021.

The banana is present in 129 countries around the world. Brazil is the 5th largest producer in the world and the state of São Paulo, in the Vale do Ribeira region, the largest national producer. The cut pseudostem, if it has no destination, is discarded in the soil, constituting a polluting agent. An alternative would be the use of this to obtain textile fibers. In Miracatu and Eldorado (Vale do Ribeira cities), several groups of artisans collect, process and use the banana tree fibers for the handmade manufacture of textiles on handlooms and employing various braiding techniques. This study aimed to report the process of extraction and processing of tree banana fiber by the riverside community of “Quilombo de Ivaporunduva” (Vale do Ribeira - SP). Bleaching and dyeing tests and determination of the physicochemical characteristics of the banana tree fiber (cultivar AAB Prata) (tensile tests, SEM, DSC, TGA, FTIR, color and whiteness analysis, and XRD) were also carried out. These results were compared with those of fibers of recognized textile employability and suggestions for using were done with focus on technical applications and design. The main values found for the characterization of banana tree fibers were: Cellulose - External Fiber (EF): 61.30% and Internal Fiber (IF): 72.81%; Lignin - EF: 26.70% and IF: 9.13%; and Crystallinity index – EF 66.71%; IF: 61.01%. In the comparisons with fibers of recognized textile employability, similarity of properties was found, notably tensile, with other leaf fibers, such as pineapple and sisal. The cellulase and pectinase bath was effective in degrading part of the pectin and cellulose present in the fiber, as it was able to decrease the levels of these constituents (the focus of the action of enzymes), but also affected the levels of hemicellulose. It was observed in the group of artisans of the Ivaporunduva community, that the handicraft practices with banana tree straw (before the extraction of fibers), passed on to the women artisans in the communities, remained alive and even today it is observed that in addition to being an income generating activity, it contributes to sustainability of these communities.

Keywords: Banana tree fiber. Textile. Design. Sustainability. Handicraft.

Lista de Figuras

Figura 1	Estrutura de tecido	28
Figura 2	Tipos de tecidos comuns	28
Figura 3	Denominação de Família da plantação de bananas.....	36
Figura 4	Partes de uma planta de bananeira	36
Figura 5	Caule Subterrâneo – Rizoma	37
Figura 6	Corte transversal de um pseudocaule saudável.....	39
Figura 7	Processo de beneficiamento da fibra de bananeira.....	46
Figura 8	Aderência das fibras ao tambor durante o processo de cardagem.....	47
Figura 9	Coesão do véu para mistura de 50/50 de fibras de bananeira e algodão	48
Figura 10	Resultado do processo de cardagem para 70% de banana / 30% de misturas de lã.....	49
Figura 11	Novelos obtidos para diferentes misturas, como: algodão (a), poliéster (b) e lã (c).....	49
Figura 12	Rolos obtidos com as três misturas de fios (a). Mistura de fios de banana/lã (b) e mistura de poliéster/banana (c).....	49
Figura 13	Imagens SEM de fibras de bananeira: (a) fibras tratadas com Biopectinase M01; (b) fibras tratadas com Biopectinase K.....	54
Figura 14	Imagens SEM de fibras de bananeira.....	55
Figura 15	Mercado Têxtil Global.....	59
Figura 16	Mercado Têxtil Indiano.....	59
Figura 17a	Tecido Kijoka-no-Basho-fu, produzido de forma artesanal.....	63
Figura 17b	Artesã Toshiko Taira, reconhecida com o título de tesouro nacional vivo do Japão no ano 2000.....	63
Figura 18	Geotêxtil de fibra de bananeira.....	66
Figura 19	Tecido Saree, elaborado por C. Sekar com mescla de fio de seda e de bananeira.....	67
Figura 20	Preparo da urdidura de fibra de bananeira para tecelagem por C. Sekar	67
Figura 21a	Sarja 100% abacá, linha Bananatex, empresa QWISTON.....	68
Figura 21b	Bolsa fabricada com tecido 100% abacá, linha Bananatex	68
Figura 21a	Tecido de mescla de fibra de bananeira e seda.....	69
Figura 22b	(b)Offset Warehouse5 do Reino Unido com parceria de ONG do Nepal	69
Figura23a	Oxford de fibra de bananeira pela marca Flávia Aranha, de São Paulo	69
Figura23b	Sapato de fibra de bananeira pela marca Insecta Shoes, de São Paulo.....	69
Figura 24	Rasteiras feitas de fibra de bananeira pela marca Trópicca.....	69
Figura 25a	Sapatos feitos de fibra de bananeira pelo Salão Inspira Mais, projeto Saberes Manuais.....	70
Figura 25b	Sandália feita de fibra de bananeira e couro pelo designer Luciano Pinheiro, <i>Salão Inspira Mais</i> , projeto <i>Conexão criativa e comercial</i>	70

Figura 26	Previsão Mundial de exportações de bananas por região/ milhões de Toneladas – 2014-2018.....	73
Figura 27	Previsão Mundial de importações de bananas por região/ milhões de Toneladas – 2014-2018.....	73
Figura 28	Produção Brasileira de bananas por região. 2019.....	74
Figura 29	Principais estados produtores de bananas no Brasil em 2019	75
Figura 30	Destinos das exportações brasileiras de bananas frescas ou secas em 2017. (por volume)	75
Figura 31	Estrutura do projeto – interconexão das concepções, estratégias de investigação e métodos de pesquisa.....	92
Figura 32	Dinamômetro HOUNSFIELD modelo H10KS.....	100
Figura 33	Equipamento de recobrimento SCD050 (Baltec).....	101
Figura 34	DSC Mettler Toledo DSC822.....	102
Figura 35	Espectrofotômetro de infravermelho com transformada de Fourier, modelo <i>Nicolet-Avatar 370</i>	103
Figura 36	Espectrofotômetro <i>SF-600+CL</i>	104
Figura 37	Palhas externas e internas de fibras de bananeira, cultivar prata AAB.....	106
Figura 38	Perfil da eficiência relativa (%) em relação ao pH Bioprep 3000L	108
Figura 39	Perfil da eficiência relativa (%) em relação a temperatura Bioprep 3000L.....	108
Figura 40	Perfil da temperatura da Mazyme NBT a pH 6,5 (força relativa ao biopolishing x temperatura) MAZYME NBT.....	109
Figura 41	Perfil de pH da Mazyme NBT (performance relativa do biopolishing x pH) MAZYME NBT.....	109
Figura 42	Preparação das amostras nos cadinhos do AHYBA Spectrade Dye.....	112
Figura 43	Amostras acondicionadas no AHYBA SpectradeDye para testes	112
Figura 44	Palhas internas e externas (A e B) após a retirada do aparelho Spectrade Dye.....	112
Figura 45	Aspectos das palhas internas e externas (A e B) após o banho no aparelho Spectrade Dye.....	113
Figura 46	Palhas internas e externas mergulhadas em água destilada.....	113
Figura 47	Mucilagem retirada no processo de limpeza das palhas internas e externas.....	114
Figura 48	Amostras já enxaguadas, acondicionadas em bécker com solução de Diadavin UN. para ir ao banho em chapa elétrica.....	116
Figura 49	Amostras em processo de lavagem, em solução de Diadavin UN. em banho e aquecimentos controlados.....	116
Figura 50	Amostras de fibras externa (A) e interna (B) após o processo de lavagem, com solução de Diadavin UN.....	117
Figura 51	Equipamento Ahiba Spectrade Dye.....	117
Figura 52	Processo de tingimento com corantes reativos.....	118
Figura 53ab	(a) Amostras retiradas após processo de tingimento. (b) Amostras em banho de enxague em chapa elétrica em temperatura controlada.....	119
Figura 54	Amostras das fibras externas e internas após processo de enxague, secando à temperatura ambiente.....	119
Figura 55	Etapas do processo de biomordência e tingimento das fibras de bananeira (cultivar Prata AAB).....	121

Figura 56	Roca de pedal, modelo Arte Viva.....	122
Figura 57	Fio de bananeira confeccionado em roca de pedal.....	122
Figura 58	Estrutura do ligamento Tafetá/tela.....	123
Figura 59	Tear manual utilizado para a confecção de tecido plano.....	123
Figura 60	Aspectos da palha interna após o tratamento enzimático. A palha possui característica quebradiça, tons escuros e difícil limpeza.....	124
Figura 61	Aspectos da palha interna após o tratamento enzimático. A palha possui característica quebradiça, tons escuros e difícil limpeza.....	125
Figura 62	Aspectos da Fibra de Bananeira (palha externa) com diferentes tipos de limpeza. A limpeza após imersão em água apresentou melhores resultados.....	125
Figura 63	Aspectos da Fibra de Bananeira (palha interna) com diferentes tipos de limpeza. A limpeza após imersão em água apresentou melhores resultados.....	126
Figura 64	Estrutura fibrosa da palha interna, separado por feixes.....	126
Figura 65	Estrutura fibrosa da palha externa, separado por feixes.....	127
Figura 66	Estrutura fibrosa observados nas palhas externa e interna, de característica sedosa ao toque.....	127
Figura 67a	Fibras externas (A) e internas (B) após processo de branqueamento.....	129
Figura 67b	Fibras externas (A) e internas (B) após processo de branqueamento.....	129
Figura 68	Palha de bananeira tingidas com açafrão (a) e Hibisco (b).....	131
Figura 69	Fibra de Bananeira Prata (AAB) tingida com <i>Hibiscus sabdariffa</i> : (a) Fibra mordentada com alúmen; (b) Fibra biomordentada com <i>Acacia mearnsii</i>	132
Figura 70	Fibra de Bananeira Prata (AAB) tingida com <i>Curcuma longa</i> : (a) Fibra mordentada com alúmen; (b) Fibra biomordentada com <i>Acacia mearnsii</i>	133
Figura 71	Fibra de Bananeira Prata (AAB) e processos de mordência e biomordência: (a) Fibra sem tingimento (b) Fibra mordentada com alúmen e extrato de <i>Acacia mearnsii</i> ; (c) Fibra biomordentada com <i>Acacia mearnsii</i>	133
Figura 72	Fibra de Bananeira Prata (AAB) tingida com <i>Allium cepa</i> : (a) Fibra tingida sem uso de mordente. (b) Fibra mordentada com alúmen; (c) Fibra biomordentada com <i>Acacia mearnsii</i>	133
Figura 73	Fibra de Bananeira Prata (AAB) tingida com <i>Camellia sinensis</i> : (a) Fibra mordentada com alúmen; (b) Fibra biomordentada com <i>Acacia mearnsii</i>	134
Figura 74	Médias e desvios padrão de carga máxima (cN) das amostras de fibra de bananeira (<i>Musa sp.</i>), cultivar prata AAB.....	137
Figura 75	Médias e desvios padrão de Alongamento (%) das amostras de fibra de bananeira (<i>Musa sp.</i>), cultivar prata AAB.....	138
Figura 76	Desvio padrão de Tenacidade (cN/Tex) das amostras de fibra de bananeira (<i>Musa sp.</i>), cultivar prata AAB.....	138
Figura 77	Imagens MEV da seção longitudinal da fibra de bananeira, espécie <i>musa sp</i> , cultivar prata AAB - a) FE1 (b) FE1.....	143

Figura 78	Imagens MEV da seção longitudinal da fibra de bananeira, espécie <i>musa sp</i> , cultivar prata AAB - a) FE2 (b) FE2.....	143
Figura 79	Imagens MEV da seção longitudinal da fibra de bananeira, espécie <i>musa sp</i> , cultivar prata AAB - a) FE3 (b) FE3.....	144
Figura 80	Imagens MEV da seção longitudinal da fibra de bananeira, espécie <i>musa sp</i> , cultivar prata AAB - a) FE4 (b) FE4.....	144
Figura 81	Imagens MEV da seção longitudinal da fibra de bananeira, espécie <i>musa sp</i> , cultivar prata AAB - a) FI1 (b) FI1.....	144
Figura 82	Imagens MEV da seção longitudinal da fibra de bananeira, espécie <i>musa sp</i> , cultivar prata AAB - a) FI2 (b) FI2.....	145
Figura 83	Imagens MEV da seção longitudinal da fibra de bananeira, espécie <i>musa sp</i> , cultivar prata AAB - a) FI3 (b) FI3.....	145
Figura 84	Imagens MEV da seção longitudinal da fibra de bananeira, espécie <i>musa sp</i> , cultivar prata AAB - a) FI4 (b) FI4.....	145
Figura 85	Estrutura com orifícios identificada no cultivar Prata (AAB).....	146
Figura 86	Estrutura celular da fibra de bananeira com orifícios.....	147
Figura 87	Difratograma (DRX) da fibra de bananeira interna, cultivar prata AAB.....	148
Figura 88	Difratograma (DRX) da fibra de bananeira externa, cultivar prata AAB.....	148
Figura 89	Espectro de FTIR realizado para fibra de banana externa (lilás) e interna (Azul) <i>in natura</i> e comparativos com diversas outras fibras: bambu gigante (vermelho), sisal (verde), curauá (roxo), juta (azul claro)	150
Figura 90	Espectro de FTIR realizado para fibra de banana mercerizada interna (roxa) e externa (Azul) e <i>in natura</i> interna (vermelho) externa (rosa).....	150
Figura 91	Espectro de FTIR realizado para fibra de banana <i>in natura</i> interna (vermelho) externa (rosa) em Avatar 370 intervalo 4000 a 700 cm ⁻¹ <i>software</i> Omnic 4.1.....	151
Figura 92	Espectros sobrepostos de FTIR realizado para fibra de banana mercerizada interna (vermelha) externa (rosa) ambas com tratamentos enzimáticos, em Avatar 370 intervalo 4000 a 700 cm ⁻¹ <i>software</i> Omnic 4.1.....	151
Figura 93	Ensaio de FTIR realizado para fibra de banana mercerizada externo (vermelho) interno (roxo) ambas com tratamentos enzimáticos, em Avatar 370 intervalo 4000 a 700 cm ⁻¹ <i>software</i> Omnic 4.....	152
Figura 94	Espectros da fibra de bananeira interna <i>in natura</i> (vermelho) e mercerizada (azul), e externa <i>in natura</i> (rosa) e mercerizada (verde) em Avatar 370 intervalo 4000 a 700 cm ⁻¹ <i>software</i> Omnic 4.1.....	152
Figura 95	Curva de TGA e DSC da fibra externa da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands.....	155
Figura 96	TGA e DSC da fibra externa da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands.....	156
Figura 97	DTGA da fibra externa da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands.....	156
Figura 98	TGA e DTGA da fibra interna da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands.....	157

Figura 99	TGA e DTGA da fibra interna da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands.....	158
Figura 100	DSC da fibra interna da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands.....	158
Figura 101	Processo de extração da palha das bainhas do pseudocaule de bananeira.....	165
Figura 102	Processo de tratamento e secagem da palha do pseudocaule de bananeira.....	166
Figura 103	Artesã do Quilombo de Ivaporunduva ensinando a técnica em tear manual em oficina ministrado no SESC.....	167
Figura104 a	Almofada de palha de bananeira confeccionada em Tear manual.....	167
Figura104 b	Bolsa feita palha de bananeira confeccionada em Tear manual.....	167
Figura 105	Artesã de Ivaporunduva confeccionando tecido em Tear manual.....	167
Figura106 a	Tear com fios de trama e urdume 100% fibra de bananeira (<i>Musa sp.</i>).....	168
Figura106 b	Amostras de tecidos planos (trama e urdume) 100% fibra de bananeira (<i>Musa sp.</i>)	168
Figura 107	Detalhes das Amostras de tecidos planos de fibra de bananeira (<i>Musa sp.</i>)	169
Figur108a b	Detalhes das Amostras de tecido em malha de fibra de bananeira. Ponto arroz (<i>Musa sp.</i>)	170
Figura 109	Detalhes das Amostras de tecido em malha de fibra de bananeira (<i>Musa sp.</i>). Ponto meia e tricô.....	170
Figura 110	Medidas das amostras de tecidos. Amostra 1.....	170
Figura 111	Medidas das amostras de tecidos. Amostra 2.....	171
Figura 112	Medidas das amostras de tecidos. Amostra 3.....	171

Lista de Tabelas

Tabela 1	Números de cromossomos por genótipos da bananeira.....	34
Tabela 2	Composição das fibras estudadas do pseudocaule da bananeira.....	37
Tabela 3	Teor de umidade de diferentes fibras vegetais.....	40
Tabela 4	Caracterização das bainhas em ordem crescente do pseudocaule do cultivar Nendram AAB.....	41
Tabela 5	Propriedades físicas do pedúnculo e pseudocaule de fibras extraídas de diferentes cultivares	42
Tabela 6	Propriedades químicas do pedúnculo e pseudocaule de fibras extraídas de diferentes cultivares	42
Tabela 7	Produção Brasileira de bananas por região. 2019.....	74
Tabela 8	Destinos das exportações brasileiras de bananas em 2017.....	75
Tabela 09	Produção de bananas por Municípios (São Paulo) em 2017	76
Tabela 10	Recomendações de doseamento e condições de aplicação	108
Tabela 11	Recomendações de doseamento e condições de aplicação MAZYME NBT.....	109
Tabela 12	Composição do banho utilizado para as análises das amostras. A razão do banho é 1:20, ou seja, foi utilizado 1 grama de fibras e 20 mL de H ₂ O em cada ensaio.....	111
Tabela 13	Rendimento fibroso após o processo de limpeza manual das palhas internas e externas.....	114
Tabela 14	Ensaio Realizados com fibras limpas manualmente no aparelho Spectrade Dye.....	114
Tabela 15	Formulação empregada para branqueamento da fibra de bananeira <i>Musa sp.</i> (cultivar prata AAB) em relação de banho 1:20, isto é, 1g para 20 mL, em relação à quantidade de fibra de bananeira.....	115
Tabela 16	Descritivo do banho realizado da fibra de bananeira <i>musa sp</i> (cultivar prata AAB)	116
Tabela 17	Componentes para a etapa de tingimento. A razão do banho é 1:20. Foi utilizado 0,3 g de amostra em cada ensaio.....	118
Tabela 18	Insumos (corantes, biomordente e mordente) utilizados e suas preparações para 1 litro de água (q.s.p.).....	121
Tabela 19	Grau de Branco (escala Berger) Fibras externas e internas.....	129
Tabela 20	Resultados de força colorística das fibras de bananeira, cultivar prata AAB, após tingimento com corantes reativos.....	130

Tabela 21	Cálculo do título Tex através da pesagem de feixes com 40 fibras para cada amostragem de fibra de Bananeira.....	135
Tabela 22	Análises de resistência à tração das fibras de Bananeira. média, desvio padrão (d.p) e a percentagem de coeficiente de variação (C.V.).....	136
Tabela 23	Análises de resistência à tração das fibras de Bananeira. média, desvio padrão (d.p) e a percentagem de coeficiente de variação (C.V.).....	136
Tabela 24	Análises de resistência à tração das fibras de Bananeira. média, desvio padrão (d.p) e a percentagem de coeficiente de variação (C.V.).....	137
Tabela 25	Propriedades físicas das fibras extraídas do pseudocaule de diferentes cultivares de bananeira em comparação a outras fibras vegetais.....	140
Tabela 26	Propriedades físicas das fibras extraídas do pseudocaule de diferentes cultivares de bananeira em comparação entre si.....	142
Tabela 27	Comparativo de valores do Índice de Cristalinidade.....	149
Tabela 28	Bandas FTIR (infravermelho médio) para elementos constituintes de materiais vegetais.....	153
Tabela 29	Bandas de infravermelho determinadas para material fibroso de bambu (<i>Dendrocalamus giganteus</i>), banana fibra interna (<i>Musa sp.</i> - cultivar prata), banana fibra externa (<i>Musa sp.</i> - cultivar prata). e curauá (<i>Ananas erectifolium</i>), juta (<i>Corchorus capsularis</i>) e sisal (<i>Agave sisalana</i>).....	154
Tabela 30	Estimativa das concentrações dos constituintes da fibra externa de bananeira (<i>Musa sp.</i>) cultivar prata AAB, através da análise das curvas de TGA; DTG e DSC.....	157
Tabela 31	Estimativa das concentrações dos constituintes da fibra interna de bananeira (<i>Musa sp.</i>) cultivar prata AAB, através da análise das curvas de TGA; DTG e DSC.....	159
Tabela 32	Teores de Lignina em fibras Vegetais.....	159
Tabela 33	Comparação química em diferentes cultivares AAB, fibras mais externas do pseudocaule.....	160
Tabela 34	Propriedades químicas do pseudocaule de fibras extraídas de diferentes cultivares.....	160
Tabela 35	Comparação da estimativa de concentrações de hemicelulose, α -celulose e lignina em outras fibras lignocelulósicas.....	161
Tabela 36	Teor de umidade das fibras de bananeira (<i>Musa sp.</i>) cultivar prata AAB, em comparação a outros cultivares de bananeira e outras fibras vegetais.....	161
Tabela 37	Caracterização das fibras de Bananeira (<i>Musa sp.</i>).....	162

Lista de Quadros

Quadro 1	Classificação botânica da bananeira	32
Quadro 2	Evolução das Bananeiras	34
Quadro 3	Fórmulas genômicas das espécies <i>Eumusa</i> da bananeira, divididos por grupos genômicos	34
Quadro 4	Espécies e genomas da bananeira	35
Quadro 5	Efeitos dos diferentes corantes naturais na proteção dos Raios UV.....	58
Quadro 6	Elaborado pelo autor, com base em pesquisa realizada no Scopus, utilizando as palavras-chaves: “textiles”; “banana fiber” e “abaca” em 15/03/2018.....	93
Quadro 7	Propósito de pesquisa baseado nas propostas de Caniato, Doran, Sousa e Boer (2017, p. 1849-1852), Fleury (2018, p.38) e Bernardes, Muniz Jr. e Nakano (2019)	95
Quadro 8	Hipóteses e variáveis da pesquisa.....	96
Quadro 9	Amostras analisadas em MEV corte transversal analisada na Universidade do Minho e CBPF.....	102
Quadro 10	Corantes utilizados nas análises.....	107
Quadro 11	Aplicações têxteis da fibra de bananeira.....	172

Lista de Equações

Equação 1	Determinação da Massa Linear das Fibras.....	99
Equação 2	Ensaio de Tração de Fibras – Tenacidade.....	100
Equação 3	Índice de brancura.....	105
Equação 4	Índice de cristalinidade	105

Lista de Siglas

ABAVAR – Associação dos Bananicultores do Vale do Ribeira

ASTM – “*American Society for Testing and Materials*” – Sociedade Americana para Materiais e Testes

CBPF – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CODIVAR – Consórcio de Desenvolvimento, Tecnologia e Desenvolvimento dos municípios do Vale do ribeira

DBD – “*Dielectric barrier discharge*” – Descarga de barreira dielétrica

DRX – “*X-ray Diffraction*” – Difração de raio X

DSC – “*Differential Scanning Calorimetry*” – Análise Térmica Diferencial

DTG – “*Derivative Thermogravimetry*” - Termogravimetria derivada

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESALQ – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

FAU – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos

FTIR – “*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*” – Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier

ha – hectare – área correspondente a 100 x 100 metros ou 10.000 m²

IEA – Instituto de Economia Agrícola

IAC – Instituto Agrônomo de Campinas

IB – Instituto Biológico de São Paulo

ICSID – “*International Council of Societies of Industrial Design*” - Conselho Internacional de Sociedades de Design Industrial

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

ISA – Instituto Socioambiental

ITAL – Instituto de Tecnologia Agrícola

ITC – “*Biodiversity International Transit Centre*” – Centro Internacional de Trânsito da Biodiversidade

ITESP – Instituto de Terras do Estado de São Paulo

MEV – “SEM - *Scanning Electron Microscopy*” – Microscopia Eletrônica de Varredura

PAB – Programa do Artesanato Brasileiro

PIB – Produto Interno Bruto

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SESC – Serviço Social do Comércio

SSF – Fermentação em Estado Sólido

SUTACO – Subsecretaria do Trabalho Artesanal nas Comunidades do Estado de São Paulo

TGA – “*Thermo Gravimetric Analysis*” – Análise Termogravimétrica

UFPA – Universidade Federal do Pará

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNIFESP – Universidade Federal do Estado de São Paulo

UNISOL – Central de Cooperativas e Empreendimentos Solidários

UVA – Ultravioleta A

UVB – Ultravioleta B

WDO – Organização Mundial de Desig

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	22
2.	OBJETIVOS	24
2.1	Objetivo Geral	24
2.2	Objetivos Específicos	24
3	JUSTIFICATIVA	25
4	REVISÃO DE LITERATURA	26
4.1	Fibras Naturais	26
4.1.1.	As fibras nas aplicações Têxteis	28
4.1.2.	Fibras vegetais no Brasil	29
4.1.3.	Fibras vegetais não-convencionais	30
4.2.	Bananeira (<i>Musa sp.</i>)	31
4.2.1.	Classificação botânica	32
4.2.2.	Genética	33
4.2.3.	Aspectos morfológicos	35
4.3.	Características da fibra de bananeira	37
4.3.1.	Caracterização, Propriedade Físicas, químicas da Fibra de Bananeira	37
4.4.	Processos de beneficiamento da fibra de bananeira	43
4.4.1.	Processo de Beneficiamento artesanal	43
4.4.2.	Processo de Beneficiamento industrial	47
4.5.	Métodos de tratamentos da fibra de bananeira	50
4.5.1	Tratamento Químico	50
4.5.2.	Tratamento de Plasma	51
4.5.3.	Tratamento Biológico	52
4.6.	Corantes Naturais e a Fibra de Bananeira	56
4.7.	Produção da Fibra de Bananeira no mundo para fins têxteis	58
4.8.	Aplicabilidade da fibra de bananeira	61
4.8.1.	O uso histórico da fibra de bananeira	61
4.8.2.	Painéis e compósitos	63
4.8.3.	Indústria de papel	64
4.8.4.	Construção civil para tratamento acústico	65
4.8.5.	Geotêxteis	66
4.8.6.	Uso da fibra de bananeira em têxteis de moda	67
4.8.6.1.	Têxteis de moda no mundo	67
4.8.6.2.	Produtos de moda no Brasil	69
4.9.	O cultivo de bananas no mundo e no Brasil	70
4.9.1.	Histórico do cultivo da banana no estado de São Paulo	77
4.10.	O Vale do Ribeira	79
4.10.1.	As heranças Caiçaras e indígenas	81
4.11.	Princípios e relações entre o artesanato e o design	83
4.12.	Histórico do uso da palha de bananeira no Brasil	89
5.	METODOLOGIA	92
5.1.	Estrutura do projeto, concepções filosóficas, métodos de pesquisa	92
5.1.1	Levantamentos, amostragens e desenho do projeto	93

5.1.2	Pesquisa bibliográfica em base de dados de literatura científica.....	94
5.1.3	Propósito da pesquisa.....	94
5.1.4	Questões da pesquisa.....	95
5.1.5	Hipóteses e variáveis da pesquisa.....	96
5.1.6	Forma de análise dos resultados.....	96
5.2.	Registro dos processos de extração e manipulação da fibra, análises e métodos laboratoriais.....	97
5.2.1.	Origem das fibras.....	97
5.2.2.	Registro dos processos de extração e manipulação da fibra.....	97
5.2.3.	Instalações para a realização dos testes e caracterização das fibras.....	98
5.2.4.	Climatização das amostras.....	99
5.2.5.	Determinação da massa linear da fibra.....	99
5.2.6.	Ensaio de tração de fibras.....	100
5.2.7.	Microscopia eletrônica de varredura das fibras.....	101
5.2.8.	DSC (Digital Scanning Colorimetry)	102
5.2.9.	TGA (Thermogravimetric Analysis)	102
5.2.10.	FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy).....	103
5.2.11.	Espectrofotômetro de reflexão.....	104
5.2.12.	DRX (Difração por Raio X)	105
5.3.	Desenvolvimento experimental laboratorial.....	106
5.3.1.	Matérias- primas.....	106
5.3.1.1	Corantes.....	107
5.3.1.2	Enzimas.....	107
5.3.1.3	Auxiliares.....	109
5.4.	Experimental.....	109
5.4.1.	Limpeza da palha de bananeira.....	109
5.4.2.	Pré-tratamento das fibras.....	109
5.4.3.	Branqueamento das fibras.....	115
5.4.4.	Tingimento das fibras.....	117
5.4.5.	Lavagem das fibras.....	119
5.5.	Tingimento natural das palhas de bananeira (<i>Musa sp.</i>)	119
5.5.1.	Etapas do tingimento.....	119
5.5.2.	Coleta e preparação do biomordente de <i>Acacia mearnsii</i> e mordente de alúmen.....	120
5.5.3.	Coleta e preparação dos corantes.....	120
5.6.	Confecção do fio artesanal de bananeira (<i>Musa sp.</i>)	121
5.7.	Desenvolvimento dos tecidos de fibra de bananeira.....	122
5.1.1	Caracterização dos tecidos de fibra de bananeira.....	123
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	124
6.1.	Análise das fibras antes e após o branqueamento.....	124
6.2.	Limpeza das fibras.....	124
6.3.	Determinação do grau de branco (brancura Berger)	127
6.4.	Tingimento por esgotamentos com corantes reativos.....	129
6.5.	Tingimentos naturais da fibra de bananeira.....	130
6.6.	Resultados de tração da fibra de bananeira.....	134
6.7.	Caracterização físico-química das fibras de bananeira (<i>Musa sp</i>)	142
6.7.1	Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	142

6.7.2.	Difração de Raio X (DRX).....	147
6.7.3.	Espectro de infravermelho por transformada de Fourier – FTIR .	149
6.7.4.	Thermogravimetric Analysis (TGA) e DSC.....	155
6.8.	Artesãos de Ivaporunduva.....	162
6.8.1.	Identificação dos processos de extração e manipulação da fibra.....	165
6.8.2	Artesanatos com a fibra de bananeira no quilombo.....	166
6.9	Tecidos confeccionados de fibra de bananeira (<i>Musa sp.</i>).....	168
6.10.	Dimensões.....	170
6.11.	Aplicabilidades têxteis da fibra de bananeira.....	171
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	176
8	CONCLUSÕES	180
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	182
	NORMAS TÉCNICAS.....	204
	APÊNDICE A – MANUAL A PALHA E O FIO DE BANANEIRA. ESALQ/USP.....	205
	APÊNDICE B – Entrevistas com as artesãs da comunidade do Quilombo de Ivaporunduva.....	241
	APÊNDICE C - TÉCNICAS ARTESANAIS DE TINGIMENTO DE FIBRAS NATURAIS.....	256
	APÊNDICE D – Massa linear, Carga Máxima (cN), Alongamento (%) e tenacidade (cN/Tex) das fibras interna e externa de bananeira (<i>Musa sp.</i>), cultivar prata AAB.....	260
	APÊNDICE E - MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV).....	261
	APÊNDICE F – RESULTADOS DE TGX/DSC/DTGA – FIBRAS DE BANANEIRA INTERNA E EXTERNA.....	271

1. INTRODUÇÃO

As fibras naturais podem servir de alternativas viáveis e abundantes às fibras sintéticas caras e não renováveis. São abundantes na natureza e têm as vantagens de baixa densidade, baixo custo, não toxicidade, reciclabilidade, biodegradabilidade e ecologicamente corretas em relação às fibras sintéticas tradicionais utilizadas (CATANNI et al., 2014). Existe uma tendência mundial no uso de recursos alternativos renováveis naturais que podem beneficiar o homem na criação de novos materiais (PEREIRA et al., 2012). Deste modo, o aproveitamento da fibra de bananeira, o qual constitui agente poluidor ambiental, nas aplicações de produto têxtil e novos materiais, agregam valor comercial, cultural e social a um resíduo descartado nas regiões produtoras.

O resíduo da bananicultura, representa 40% da produção do fruto e mostra que são geradas cerca de 13 toneladas de matéria orgânica seca por hectare plantado, quando são considerados o pseudocaule, as folhas e o engaço da bananeira (ROJA et al., 2002). Em adição, Moreira (1987) estimou que um bananal conduzido e explorado dentro das normas recomendadas fornece aproximadamente de 180 a 200 toneladas de restos de cultura por hectare e por ano, também considerando as folhas, o pseudocaule e a ráquis (ROJA, 2002).

Por outro lado, segundo Meena; Kulkarni, (2017), o mercado global de produtos têxteis no mundo girou em torno de 773 bilhões de dólares em 2013, com estimativa para o ano de 2018 de 1 trilhão de dólares e para o ano de 2023 a previsão será em torno de 1,3 trilhões.

O Brasil é o 5º maior produtor mundial de bananas (FAO, 2018) e o estado de São Paulo, na região do Vale do Ribeira aparece como o maior produtor nacional (EMBRAPA, 2019). Na cidades de Miracatu e Eldorado, (Municípios de São Paulo, litoral sul, região do Vale do Ribeira), diversos grupos de artesãos fazem a coleta, beneficiamento e utilizam as fibras da bananeira para a confecção artesanal de têxteis feitos em teares manuais e técnicas diversas de trançados (GARAVELLO, 2005).

O presente estudo identificou a potencialidade da fibra de bananeira (*Musa sp.*, cultivar prata AAB) para aplicações com foco técnico e design, particularmente em produtos artesanais, têxteis e de moda. Foram relatados os processos de extração, beneficiamento e aplicações em têxteis em artesanatos pela comunidade do Quilombo de Ivaporunduva (Vale do Ribeira - SP). Também foi realizada a caracterização físico-

química da fibra de bananeira cultivar prata AAB e os resultados comparados com os de fibras de reconhecida empregabilidade têxtil. Por fim, foram apresentadas sugestões de aplicações com foco em área técnica e de design.

Dessa forma, para abranger os temas a serem desenvolvidos, o presente trabalho foi estruturado oito capítulos: (i) introdução; (ii) objetivos; (iii) justificativa; (iv) revisão bibliográfica, na qual se apresentam as fibras naturais, a bananeira, os processos de tratamento e beneficiamento da fibra de bananeira, produção da fibra de bananeira no mundo para fins têxteis, a aplicabilidade da fibra de bananeira em têxteis de moda e técnico, o Vale do Ribeira e princípios e relações entre o artesanato e o design. Há também a descrição detalhada da (v) metodologia desenvolvida, (vi) resultados e discussão, (vii) considerações finais e por fim (viii) as conclusões obtidas no presente estudo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este estudo teve como objetivo relatar o processo de extração e beneficiamento da fibra de bananeira pela comunidade Ribeirinha do Quilombo de Ivaporunduva (Vale do Ribeira - SP). Também foram realizados ensaios de branqueamento e tingimento, e determinação das características físico-químicas da fibra de bananeira (cultivar prata AAB) (ensaios tênses, MEV, DSC, TGA, FTIR, análise de cor e brancura, e DRX). Esses resultados foram comparados com os de fibras de reconhecida empregabilidade têxtil e foram feitas sugestões de uso com foco em aplicações técnicas e design.

2.2 Objetivos específicos

- i) Realizar levantamento de dados econômicos e de produção do setor de bananicultura no Brasil, em especial no Estado de São Paulo, região Vale do Ribeira maiores produtores nacionais;
- ii) Reunir informações por meio de entrevistas com o grupo de artesãs da comunidade Quilombola de Ivaporunduva – SP, identificando as técnicas locais ou de herança cultural empregadas para a transformação da fibra de bananeira e a percepção dessas artesãs sobre o artesanato;
- iii) Caracterização físico-química da fibra de bananeira, comparando os resultados com os de fibras de reconhecida aplicabilidade têxtil;
- iv) Indicar alternativas para uso da fibra de bananeira para produtos com foco em aplicações técnicas e design.

3. JUSTIFICATIVA

Alternativas sustentáveis para aproveitamento dos resíduos causadores de poluição são pesquisadas, procurando a circularidade dos processos produtivos. Em adição, há crescente interesse mundial por materiais não-convencionais lignocelulósicos e ecologicamente corretos.

O desenvolvimento da tecnologia que transforma a fibra de bananeira em produto têxtil, além de ser fonte de geração de renda para as comunidades produtoras, agrega valor comercial a um material normalmente descartado incorretamente e que é agente poluidor ambiental. Também agrega valores culturais, sociais e ambientais, auxiliando as comunidades a terem um desenvolvimento sustentável.

A banana é uma das plantas rizomatosas que está presente em 129 países ao redor do mundo (JAPAN ECHO Inc., 2005). O Brasil é um dos maiores produtores de banana mundial, ficando atrás de países como China e Índia. Com a frutificação, o ciclo da bananeira finda e novos rebentos surgem a partir do rizoma, que permanece no solo. O pseudocaule é cortado e, caso não tenha uma destinação, é descartado no solo do plantio, servindo de hospedeiro para o bicudo (*Cosmopolites sordidus*), o qual pode depositar os ovos no rizoma e contaminar a nova planta, o solo e produtores. Uma alternativa limpa seria a aproveitabilidade dos pseudocauls para a obtenção de fibras têxteis.

Por outro lado, a bananicultura tem sido acusada de ser uma fonte importante de contaminação por agroquímicos, plásticos e resíduos sólidos perniciosos, além de provocar o aumento da erosão e desmatamento, ocasionado pela expansão das áreas de produção bananeira, e de ser a colheita da banana uma atividade relacionada com graves problemas à saúde dos trabalhadores. Estas razões têm impulsionado alguns dos maiores países exportadores de banana a busca de soluções que possam propiciar o reaproveitamento dos resíduos desta atividade.

Ao se introduzir novos materiais não-convencionais na cadeia têxtil e de outros processos, se reduz o consumo de outros recursos naturais que muitas vezes não são renováveis. A ampliação do tempo de vida dos produtos, ao máximo, também contribui para sustentabilidade. E quando os produtos forem descartados, é preciso que sejam reutilizados ou reciclados para se tornar matéria-prima para novos produtos em um processo circular fechado.

O uso excessivo de matéria prima e energias não renováveis, somado a elevados níveis de geração de resíduo, tem fortalecido uma demanda por criação de alternativas nos campos científico e tecnológico. O principal propósito desse novo olhar, é garantir que as necessidades da geração atual sejam atendidas sem comprometer as necessidades das gerações futuras, descrição de desenvolvimento sustentável definido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987 (LAHR, SAVASTANO JUNIOR, FIORELLI, 2015).

A reciclagem, customização e transformação de resíduos vegetais em artigo de moda, cria valor estético e emocional aos produtos, e se amplia o tempo de vida da peça. O reuso dos resíduos em produtos de empreendimentos de economia solidária, proporciona trabalho e renda para pessoas que necessitam de oportunidades para se reintegrarem socialmente, além disso, se resgata técnicas artesanais da cultura local.

Os processos produtivos que geram desperdícios sociais, ambientais econômicos apontam para a urgência, não apenas de uma nova configuração do fazer técnico e das atividades projetuais como design, mas principalmente de novas formas de conceber, produzir, consumir e pensar “conforto” e “valores”. Para que seja sustentável, o sistema deve incorporar a própria dinâmica das variáveis com as quais interage, de forma a garantir a sobrevivência das gerações futuras.

A importância deste estudo está no reaproveitamento da fibra de bananeira, o qual é um resíduo de produção agrícola. A importância vem também de relatar a cultura local e na preservação do conhecimento de uma comunidade ribeirinha brasileira, que busca por um auto sustento através da utilização dos recursos locais e de saberes tradicionais. A partir da caracterização têxtil e análise das propriedades químicas e físicas que serão realizadas com a fibra de Bananeira nesta pesquisa, será possível comparar os resultados com as propriedades de fibras que já possuem empregabilidade têxtil conhecida, estimando o potencial de utilização da fibra de bananeira para possíveis aplicações em têxteis de moda.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Fibras naturais

As fibras naturais podem servir de alternativas viáveis e abundantes às fibras sintéticas caras e não renováveis. As fibras naturais estão prontamente disponíveis e abundantes na natureza. As fibras naturais têm as vantagens de baixa densidade, baixo custo, não toxicidade, reciclabilidade, biodegradabilidade e amizade ambiental em relação às fibras sintetizadas tradicionalmente aplicadas (CATANNI et al., 2014).

As fibras naturais de origem vegetal são constituídas basicamente de celulose, que é um polímero natural baseado em glicose. Para sua construção, feixes de moléculas de celulose se agregam em forma de microfibrilas, e estas constroem fibrilas que constituem as fibras celulósicas. Os componentes químicos principais das fibras vegetais são substâncias polares, como a celulose, lignina e hemicelulose (MOSTAFA et al., 2015).

Toda a fibra que é considerada têxtil, possui características mínimas de flexibilidade, coesão, finura e comprimento (FILGUEIRAS ET AL., 2008). Podem ser de origem natural ou química, apresentando um comprimento muito superior à sua espessura e com características adequadas para a fiação e a tecelagem. Essas fibras podem ser contínuas ou descontínuas. São consideradas como contínuas aquelas fibras que apresentam maior comprimento, como por exemplo, a seda, a qual é uma fibra natural, e as fibras sintéticas, ou não-naturais, que são elaboradas conforme a necessidade do fabricante. Já as fibras descontínuas são aquelas que possuem comprimento limitado (geralmente a alguns centímetros). As fibras têxteis também podem ser agrupadas em três classes segundo as suas propriedades morfológicas e geométricas, propriedades físicas e propriedades químicas. Considerando-se a sua origem, as fibras são classificadas em naturais ou químicas (CATANNI et al., 2014).

As fibras naturais podem ser classificadas como de origem vegetal (caule, folha, fruto e semente); animal (derme ou secreção) e mineral. As fibras químicas classificam-se em regeneradas (viscose, modal e liocel), modificadas (acetato) ou sintéticas (poliéster, poliamida, polipropileno, acrílico e poliuretano) (CATANNI et al., 2014).

4.1.1 As fibras nas aplicações têxteis

Segundo Misnon et al. (2014), o termo 'têxtil' tem um significado amplo, evoluído ao longo de milênios. Este termo se aplica a formas de produtos (fibra, fio e tecido); ou são de fontes naturais ou sintéticas, bem como os produtos deles derivados. Isso inclui todos os tipos de fios ou cordas (fios, cordões, cordas e tranças); todos os tipos de tecidos (tecidos, de malha e não tecidos); meias (malhas e vestuário); têxteis para o lar, móveis e estofados; têxteis industriais e técnicos (por exemplo, geotêxteis, têxteis médicos e compósitos têxteis) (**Figuras 1 e 2**).

Figura 1. Estrutura de tecido; (a; c) tecidos bidimensionais, (d) tecidos tridimensionais, (e; f) tecidos trançados, (g; h) tecido tricotado e (i) tecidos tricotados com urdidura multiaxial.

Fonte: LOMOV et al. (2005) *apud* MISNON, (2014).

Figura 2. Tipos de tecido comum; (a) tecidos, (b) tecidos de malha e (c) não tecidos.

Fonte: SONDHELM, 2000 *apud* MISNON, 2014.

A ampla definição e vários materiais têxteis permite não apenas uma abordagem em confecção de vestuário, mas também na indústria técnica, como automotiva, aeronáutica, infraestrutura e de compósitos (MARTINS; SANCHES, 2019). Atualmente, há um intenso esforço na busca de materiais não poluentes que consumam pouca energia em sua produção e/ou utilização. A seleção desses materiais é determinada principalmente pelo custo e facilidade de produção ou processamento (GHAVAMI, 2014).

Neste sentido, reduzir desperdícios de materiais, poluição e resíduos tóxicos e aumentar o tempo de uso de produtos e materiais (MODEFICA et. al, 2020), vai ao encontro a economia circular, uma economia restaurativa e regenerativa por princípio (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

4.1.2 Fibras vegetais no Brasil

No Brasil, de sua totalidade territorial, 58% florestas. Além disso, é privilegiado geograficamente, com ótimas condições climáticas e solos férteis para o cultivo (PIRES, 2009). A floresta é considerada o maior reservatório de diversidade biológica do planeta: das 100 mil espécies de plantas existentes em toda a América Latina, 30 mil estão na região, além de 2,5 mil espécies de árvores e uma fauna riquíssima (PORTO, 2001 apud CATANNI et al., 2014).

Existe uma tendência mundial no uso de recursos alternativos renováveis naturais que podem beneficiar o homem na criação de novos materiais (PEREIRA et al., 2012). Os recursos naturais desempenham um papel dominante na economia atividades de qualquer país e, portanto, contribuem substancialmente ao produto interno bruto (PIB). No caso de desenvolvimento de países subdesenvolvidos, isso também ajuda o desenvolvimento econômico.

O Brasil está numa condição privilegiada, o país tem grandes possibilidades de exploração comercial de seus recursos naturais recursos no cenário mundial. Isso precisa ser feito com o pensamento sobre uma produção sustentável (SATYANARAYANA et al., 2007). O país ainda sofre com a problemática do desmatamento, em 2020, cerca de 188 mil hectares de florestas foram destruídos em territórios indígenas e unidades de conservação. E segundo o consórcio *Chain Reaction Research*, no mesmo ano, o bioma do Cerrado perdeu cerca de 734.010 hectares de sua vegetação nativa, o que equivale a quase cinco vezes o tamanho da Grande São Paulo. (ISA, 2020; SOUZA, O.B.; ROMAN, C.; HARARI, I.,2020).

Os projetos de pesquisa nesta área receberam fundos persistentes de várias organizações como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), e outras, ao estudo e à exploração de suas ricas riquezas renováveis, incluindo as fibras de sisal, banana, curauá, abacaxi, etc. Estas fibras apresentam grande diversidade de aplicações devido às suas

propriedades únicas e de possibilidades de produção em massa a um custo acessível, enquanto contribuem para a biodegradação e enovação do ciclo ecológico (SATYANARAYANA et al., 2007).

4.1.3 Fibras vegetais não-convencionais.

As fibras vegetais podem ser obtidas de várias partes de plantas, incluindo folhas, caules (fibras liberianas), frutas e sementes. As dimensões geométricas das fibras, especialmente o comprimento, dependem principalmente da sua localização dentro da planta. As fibras de frutas e sementes têm poucos centímetros de comprimento, e as fibras de caules e folhas são mais longas, podendo chegar a mais de um metro (SMOLE, 2013).

Usadas há mais de 8.000 anos, as fibras obtidas do caule ou pseudocaule de plantas, ou seja, as fibras do linho, juta, cânhamo, rami, kenaf e abacá são fibras lenhosas e macias, geralmente apresentam-se em feixes ou agregados (SMOLE, 2013). Fibras vegetais não-convencionais podem ser definidas como aquelas não usualmente empregadas para fins têxteis.

As fibras agrícolas, ainda negligenciadas em muitos países (MWAIKAMBO, 2006), mas que podem ser obtidos a custos relativamente baixos e de uma grande diversidade de recursos, como resíduos urbanos e agroflorestais (MORAIS, 2010), são consideradas fibras vegetais não convencionais, como as fibras citadas anteriormente, e podem ser usadas como alternativa ao algodão e outras fibras sintéticas (RANI; JAIPURA; BEHERA, 2019). São provenientes de subprodutos ou resíduos lignocelulósicos, uma fonte promissora e benéfica, com boas propriedades químicas e físicas, e potencialidades para uso na indústria têxtil, de papel, produtos químicos, enzimas e outros produtos industriais. Os subprodutos do milho, trigo, arroz, sorgo, cevada, cana-de-açúcar, abacaxi, banana, coco e outras plantas agrícolas, atualmente despertam grande interesse de uso, especialmente os resíduos agrícolas de culturas que são cultivadas principalmente para a indústria de alimentos, pois geram subprodutos ricos em fibras (SMOLE, 2013).

Havlová (2013) em seu estudo cita inúmeras vantagens do uso de fibras não convencionais, entre elas a maior permeabilidade em um tecido produzido, atribuída a menor pilosidade dos fios, devido o comprimento dessas fibras ser mais longo se comparado com outras, como o algodão. As fibras não convencionais são mais lisas,

circulares e mais grossas do que as fibras de algodão, favorecendo assim, num tecido produzido, a passagem mais fácil do ar. Além disso, o diâmetro maior do fio de banana por exemplo, proporciona uma alta cobertura do tecido. Este autor ainda em suas análises, demonstrou que os tecidos puros de fibras não convencionais podem aumentar os volumes de transmissão de vapor de umidade em comparação com a amostra de algodão de referência. Esse comportamento pode ser atribuído à natureza higroscópica das fibras utilizadas neste estudo. Deste modo, os tecidos de fibra não convencionais, permite a passagem de maior quantidade de ar, têm maior transmissão de vapor de umidade, calor e conforto térmico, em comparação com o tecido 100% algodão de densidade de área semelhante. Portanto, os tecidos feitos com fibras vegetais não convencionais podem ser considerados mais adequados para aplicações em roupas de verão.

4.2 Bananeira (*Musa sp.*)

A banana é uma das plantas cultivadas mais antigas do mundo. A palavra "*banana*" vem da língua árabe e significa '*dedo*' (JAPAN ECHO Inc., 2005). Acredita-se que sua origem é dada no sudeste da Ásia (SIMMONDS, 1962).

Pode-se observar que as melhores espécies do mundo são produzidas nas zonas mais quentes do globo, especialmente entre os trópicos de Câncer e Capricórnio. De modo geral, quanto mais próximo da linha do Equador, mais favoráveis são as condições climáticas para o cultivo da banana (BANANA, 2000).

A banana é uma das plantas rizomatosas que está presente em 129 países ao redor do mundo (JAPAN ECHO Inc., 2005). Pertence à família *Musaceae* e há aproximadamente 300 espécies, destas apenas 20 variedades são usadas para consumo (MULLER et al. 2003; UMAIR, 2006). Existem mais de mil cultivares de *Musa* domesticadas e sua diversidade genética é alta, indicando múltiplas origens de diferentes híbridos silvestres entre duas espécies ancestrais principais (TURNER et al., 2007).

Pollefeys et al. (2004) afirmam que cerca de 1000 cultivares de *Musa* e 180 espécies selvagens, representando grande parte da diversidade da cultura da banana, são mantidos em cultura de tecidos no *Bioversity International Transit Centre* (ITC) na Bélgica, e fornecem uma valiosa coleção de referência que é principalmente de

domínio público e livremente acessível para pesquisa e reprodução, distribuído como plântulas de cultura de tecidos. Em outros lugares do mundo, muitos pesquisadores, especialmente na Ásia, desenvolveram coleções de germoplasma baseadas em campo, e bancos de dados de internet bem organizados agora estão disseminando informações sobre essas coleções.

Aproximadamente 70 milhões de toneladas de bananas são produzidas todos os anos pelas regiões tropicais e subtropicais do mundo (MULLER et.al., 2003; UMAIR, 2006). A composição nutricional da banana (com referência a 100 gramas de polpa) é a seguinte: carboidratos, 18,8 g; proteínas, 1,15 g; gorduras, 0,18 g; água 73,9 g; vitaminas, C1, B1, B2, B6, e outros minerais, 0,83 g; e 81 kcal (BILBA et al., 2007). Uma árvore de bananeira geralmente produz 30 folhas grandes (quase 2 metros de comprimento e 30-60 centímetros de largura) (SGRICCIA et al., 2008).

4.2.1 Classificação botânica

Segundo a sistemática botânica de classificação hierárquica, a bananeira pertence à divisão das Angiospermas, classe das Monocotiledôneas, ordem *Scitamineae* e família *Musaceae*. O subgênero *Eumusa*, determina a categoria das bananas comestíveis, são derivados de híbridos das subespécies silvestres de *Musa acuminata* Colla (genoma A) e *Musa balbisiana* Colla (genoma B) (SIMMONDS, 1959; HESLOP-HARRISON; SCHWARZACHER, 2007; RAMPAZZO, 2014) (**Quadro 1**). As bananas selvagens ocorrem nos trópicos da Índia à Oceania, mas há uma distinção entre a distribuição de *M. acuminata* e *M. balbisiana* dentro dessa faixa (SIMMONDS, 1962).

Quadro 1. Classificação botânica da bananeira.

Plantas da Classe das monocotiledôneas				
Ordem	<i>Scitaminales</i>			
Família	<i>Musacea</i>			
Sub-família	<i>Heliconioideae</i>			
	<i>Strelitzioideae</i>	<u>Gênero</u>	<u>Subgênero</u>	
	<i>Musoideae</i>	<i>Ensete</i>	<i>Australimusa</i>	Têxtil
		<i>Musa</i>	<i>Callimusa</i>	Não comestíveis
			<i>Rhodochlamys</i>	
			<i>Eumusa</i>	Comestíveis

Fonte: RAMPAZZO, 2014.

O gênero *Musa* é dividido em quatro seções (às vezes cinco): *Eumusa* e *Rhodochlamys* com um número cromossômico básico de ($x = 11$), *Australimusa* ($x = 10$), e *Callimusa* ($x = 10$ ou $x = 9$) (HESLOP-HARRISON; SCHWARZACHER, 2007). A seção *Eumusa* é a mais importante, uma vez que, além de ser formada pelo maior número de espécies desse gênero, apresenta ampla distribuição geográfica e abrange as espécies comestíveis (BANANA, 2000).

O Angiosperm Phylogeny Group (2003) coloca a *Musa sp.* dentro da ordem dos Zingiberales, uma taxonomia de plantas monocotiledôneas. Entre esses membros estão o gengibre, o lírio-do-brejo e as canas.

4.2.2 Genética

A classificação proposta por Cheesman (1948) para o gênero *Musa*, aceita atualmente no mundo inteiro, baseia-se no número básico de cromossomos. A evolução dessas espécies processou-se em quatro etapas, repetidas em várias épocas (SIMMONDS e SHEPHERD, 1955). A primeira etapa constou da ocorrência de partenocarpia por mutação em *M. acuminata* (AA), ou seja, a capacidade de gerar polpa sem a produção de sementes. A segunda etapa caracterizou-se pela hibridação entre cultivares do grupo (AA) e plantas selvagens de *M. balbisiana* (BB), produzindo híbridos diplóides do grupo (AB), hoje raros e possivelmente limitados na sua origem à Índia. A terceira e quarta etapas da evolução são admitidas com base na capacidade de várias bananeiras e de alguns híbridos de gerar, em baixa frequência, células-ovo viáveis, sem meiose típica, com a mesma constituição cromossômica e genética da planta mãe, seja esta diplóide ou triplóide. Por meio de cruzamentos espontâneos envolvendo pólenes das espécies parentais (*M. acuminata* e *M. balbisiana*) ou de cultivares do grupo (AA), com genótipos dos grupos (AA) e (AB) portadores de sacos embrionários diplóides, foi possível a evolução de triplóides dos grupos (AAA), (AAB) e (ABB), pela adição do número básico x (A ou B). Da mesma forma, os tetraploides dos grupos (AAAA), (AAAB), (AABB) e (ABBB) evoluíram a partir dos três grupos triploides (**Quadro 2**) (BANANA, 2000).

Quadro 2. Evolução das Bananeiras.

Fonte: Adaptado de BANANA, 2000.

As espécies do gênero *Eumusa*, *M. acuminata* e *M. balbisiana* cruzaram entre si na natureza e em processos laboratoriais, produzindo híbridos (**Tabela 1**) (RAMPAZZO, 2014):

Tabela 1. Números de cromossomos por genótipos da bananeira.

Diplóides AB com 2n	2x = 22 cromossomos
Triplóides AAB e ABB com 2n	2x = 33 cromossomos
Tetraplóides ABAB, AAAB e AAAA com 2n	2x = 44 cromossomos.

Fonte: adaptado de RAMPAZZO, 2014

Dessa forma, pode-se compor as seguintes fórmulas genômicas das espécies comestíveis *Eumusa* por grupos genômicos. (RAMPAZZO, 2014) (**Quadro 3 e 4**):

Quadro 3. Fórmulas genômicas das espécies *Eumusa* da bananeira, divididos por grupos genômicos.

Diplóides	AA, AB e BB
Triplóides	AAA, AAB, ABB e BBB
Tetraplóides	AAAA, AAAB, AABB, ABAB e BBBB

Fonte: RAMPAZZO, 2014.

Quadro 4. Espécies e genomas da bananeira.

ESPÉCIES	GENOMA	CULTIVAR
Grupo diplóide <i>Acuminata</i>	AA	Ouro
Grupo diplóide <i>Acuminata</i>	AAA	Caipira, S. Tomé
Subgrupo	AAA	Cavendish - Nanina, Nanicão, Grande Nine
Grupo triplóide	AAB	Maçã, Mysore, Tap Maeo
Subgrupo	AAB	Prata - Prata anã, Prata Zulu, Terra
Grupo triplóide	ABB	Figo, Pão
Grupo tetraplóide	AAAA	Bucanero, FHIA-17, FHIA-18
Grupo tetraplóide	AAAB	Pioneira, Ouro da Mata, Platina, Maravilha, Princesa, Conquista

Fonte: RAMPAZZO, 2014

Os genomas Triploides (AAA, AAB e ABB) são mais comuns cultivados entre as bananas comestíveis. Uma característica especial dos clones comestíveis é o desenvolvimento partenocárpico de frutas estéreis (SIMMONDS, 1959; TURNER et al., 2007).

A base genética da mutação (ou mutações) no genoma A que dá origem à partenocarpia não foi caracterizada, e nenhuma partenocarpia foi identificada em diplóides do genoma B, embora os híbridos de A e B mostrem o caráter (HESLOP-HARRISON; SCHWARZACHER, 2007).

4.2.3 Aspectos morfológicos

A bananeira é uma planta herbácea, típica das regiões tropicais úmidas com raiz, tronco, folhas, flores, frutos e sementes. Botanicamente, touceiras de bananeiras são formadas por rebentos com denominações de “Mãe”, “Filho”, “Neto (RAMPAZZO, 2014) (**Figura 3**):

Mãe - planta mais velha da touceira, com inflorescência, perde a denominação de “mãe” após a colheita;

Filho - rebento originário da gema lateral de brotação localizada no rizoma da planta “mãe”;

Neto - rebento originário do rizoma de um “filho”;

Família - É um conjunto de rizomas interligados e descendentes, representados pela “mãe”, um “filho” e um “neto”, onde todos os demais rebentos (“filhos” e “netos”) foram eliminados.

Figura 3. Denominação de Família da plantação de bananas.

Fonte: RAMPAZZO, 2014.

As partes que compõem uma planta de bananeira são: rizoma, pseudocaule, pecíolo, limbo, nervura, engaço, frutos, ráquis masculina e feminina, coração (RAMPAZZO, 2014) (**Figuras 4 e 5**).

Figura 4. Partes de uma planta de bananeira.

Fonte: RAMPAZZO, 2014.

Figura 5. Caule Subterrâneo – Rizoma.

Fonte: RAMPAZZO, 2014

4.3 Características da fibra de bananeira.

4.3.1 Caracterização, propriedade físicas, químicas da fibra de bananeira

As fibras de bananeira possuem constituição complexa (FANGUEIRO et al., 2008). São constituídas de quatro estruturas celulares: (i) xilema; (ii) floema; (iii) esclerênquima e; (iv) parênquima (VENKATESHWARAN et al., 2010). As fibras do pseudocaule da bananeira são formadas por células de paredes espessas, que são ligadas por hemicelulose, pectina e lignina (LI et al., 2010) (**Tabela 2**). A composição lignocelulósica das variantes cultivares do pseudocaule da bananeira determina a natureza e a qualidade das fibras, uma vez que esses compostos (celulose e lignina) são os principais constituintes das fibras vegetais que fornecem resistência estrutural à planta (JUSTICZ-SMITH et al., 2008). Cada cultivar de bananeira dá origem a um tipo de fibra com uma determinada estrutura química, física e térmica. Logo as fibras derivadas de diferentes cultivares irão possuir diferenças estruturais, físicas, químicas e térmicas (ALBINANTE et al., 2011).

Tabela 2. Composição das fibras estudadas do pseudocaule da bananeira.

Constituintes	(%)
Celulose	56
Lignina	17
Extrativos	7
Umidade	11
Cinza	9

Fonte: MOSTAFA et al., 2015.

Além das diferenças varietais, outros fatores como influências das condições climáticas, solo, água, pH, amadurecimento do material vegetal na colheita e método de colheita desempenham um papel importante no gerenciamento de qualidade das fibras de bananeira (SARMA; DEKA, 2016).

O comportamento mecânico da fibra de bananeira depende de fatores como: o ângulo espiral das fibrilas, o grau de polimerização da celulose, a sua porosidade e o tamanho do lúmen (BALEY, 2002 apud OSORIO et al., 2012). As variáveis agrícolas, idade, o tipo de cultivar, e os parâmetros de processamento de fibra também influenciam o comportamento mecânico (KULKARNY et al., 1982, apud OSORIO et al., 2012). Vários estudos indicaram que as propriedades mecânicas da fibra são determinadas pela camada intermediária da parede secundária (OSORIO et al., 2012).

Segundo Ortega et al. (2016), as fibras virgens de bananeira apresentam maior tenacidade (42,8 cN/tex) do que o cânhamo (23,6 cN/tex), juta (23,9-27,6 cN/tex) ou algodão (24-36 cN/tex). Por outro lado, apresentavam menor tenacidade do que o linho (59,9 cN/tex), sisal (57,2 cN/tex) ou *rayon* (viscose) (56 cN/tex).

Reddy e Yang (2005) analisaram os processos de extração, propriedades físicas e químicas e adequação das fibras naturais para várias aplicações industriais. Eles estudaram as propriedades da fibra de bananeira, abacaxi, coco e as palha de trigo, cevada e arroz. As maiores concentrações de celulose foram encontradas na fibra de abacaxi com 70-82%, e a fibra de bananeira com teores entre 60-65%.

As fibras do pseudocaule da bananeira estão localizadas na periferia externa de cada bainha. A parte interna não fibrosa da bainha do pseudocaule é composta de grandes canais de ar, separados por parênquima estreito. A parte interna é facilmente destacável da região fibrosa externa sob estresse físico moderado. Esta parte vegetal não fibrosa é denominada "medula", que é livre de feixes de fibras (**Figura 6**). As camadas de bainha interna têm a função de transporte nutricional (LI et al. 2010).

Figura 6: Corte transversal de um pseudocaule saudável.

Fonte: PROMUSA, 2019.

Morrison et al. (1998) afirmam que o aumento do teor de lignina das fibras em direção à bainha externa é uma das observações mais proeminentes no pseudocaule da bananeira. Presume-se que o alto teor de lignina possa ser devido à presença de células maduras na região externa da bainha. Enquanto o conteúdo de pectina diminui em direção às bainhas externas (JUSTICZ-SMITH et al. 2008).

O teor de lignina aumenta à medida que se aproxima da parte mais externa do pseudocaule da bananeira. No Brasil, pesquisadores fizeram testes com as fibras do pseudocaule do cultivar Prata e banana-d'água. Neste estudo, as fibras do pseudocaule do cultivar *banana-d'água* apresentam maiores teores de lignina e umidade que os do cultivar *prata* (ALBINANTE et al., 2011). As ligninas associadas às hemiceluloses desempenham um papel importante na resistência e na decomposição natural do material (MOSTAFA et al., 2015; FANGUEIRO et al., 2008).

Pires (2009) descreve a lignina como um composto fenólico, ou seja, apresenta grupos de hidroxila (-OH) ligados a anéis aromáticos (anel de seis átomos de carbono, contendo três duplas ligações). Deposita-se na parede celular dos vegetais e é o segundo composto orgânico mais abundante na Terra, sendo formada por três tipos de monômeros, os quais diferem na sua composição entre espécies, órgãos, tecidos e até mesmo entre frações da parede celular. A principal importância da lignina é a resistência à compressão e rigidez que ela confere à parede celular.

Estudos apontam que o teor de umidade da fibra do pseudocaule de bananeira tem grande variabilidade em diferentes cultivares (DELICANO, 2018; BILBA et al. 2007; JAYAPRABHA et al. 2011; MOSTAFA et al., 2015 e ORTEGA et al. 2016),

chegando ser mais elevado do que em outras fibras, como algodão e rami (SABARISH et al. 2020; DELICANO, 2018; JAYAPRABHA et al. 2011; PENNAS, 2020). A umidade está diretamente relacionada a higroscopicidade da fibra, e quanto maior a recuperação de umidade de uma fibra natural, menor a sua taxa bacteriostática (JAYAPRABHA et al., 2011). A **Tabela 3** apresenta o teor de umidade em diferentes fibras vegetais.

Tabela 3. Teor de umidade de diferentes fibras vegetais.

Fibras vegetais	Umidade (%)
(1) Abacá (<i>Musa textiles</i>)	5,81
(3) Bananeira (Nendran AAB)	9,1 – 9,7
(2) Bananeira (<i>Musa acuminata</i>)	9,74 (+ - 1,42)
(1;4) Cânhamo	10,8 - 12
(5) Tucum	5,9
(1;2) Rami	8,5
(4) <i>Kenaf</i>	17,00
(1;4) Juta	12,6 - 13,75
(4) Sisal	11
(4) Abacaxi	11,8
(1;4) Algodão	8,5
(1;4) Linho	10 - 12

Fonte: Adaptado de (1) Delicano (2018); (2) Bilba et al. (2007); (3) Jayaprabha et al. (2011); (4) Sabarish et al., (2020) e (5) Pennas (2019).

A natureza higroscópica associada à lignocelulose localizada nas paredes celulares da fibra de bananeira, pode facilitar reações química gerando biodegradabilidade, termoplasticidade e instabilidade dimensional (ROWELL et al., 1993 apud OSORIO et al., 2012). A lignocelulose contém grupos hidroxilas fortemente polarizadas que causam afinidade com a água. A natureza hidrofílica pode torná-la incompatível com uma matriz hidrofóbica (ALIX et al., 2009; CUELLAR e MUNOZ, 2010 apud OSORIO et al., 2012).

JAYAPRABHA et al. (2011) através de caracterização da fibra de bananeira do cultivar *Nendran*, observaram que o número de bainhas de pseudocaule da bananeira pode variar, dentro de um mesmo cultivar, com no mínimo de 13 camadas de bainhas encontradas para este grupo, ou esse número pode ser maior dependendo das condições de cultivo. Das 13 bainhas encontradas, apenas as 11 bainhas externas no pseudocaule da bananeira podem ser extraídas suas fibras. As fibras das bainhas interiores têm pouca resistência, e a limpeza dessas fibras é difícil, devido à sua fragilidade e fraca resistência. O conteúdo lignocelulósico total das bainhas foliares

para o cultivar *Nendran* está na faixa de 60% a 85% de seu peso seco. A análise da bainha do pseudocaule da bananeira com ou sem medula não apresenta diferença marcante na composição lignocelulósica. As fibras estão que localizadas na região externa da bainha foliar apresentam espessuras de 0,05, 0,1, 0,15, 0,2 e 0,25 milímetros. As fibras de menor diâmetro, particularmente 0,05-0,15 mm, estão presentes nas bainhas internas do pseudocaule, e fibras de maior diâmetro estão nas bainhas externas. A **tabela 4**, demonstra a composição química das bainhas do pseudocaule do Cultivar *Nendran*.

Tabela 4. Caracterização das bainhas em ordem crescente do pseudocaule do cultivar *Nendran* AAB.

Bainhas de pseudocaule internas	Umidade	Total (%)	Celulose (%) a	Hemi Celulose (%) b	Lignina (%) c	Total lignocelulose (a+b+c)	Cinzas (%) d	Pectina (%) e
1	96,2	3,8	49	9,2	22,6	81,3	10,6	2,4
2	96	4	54,5	6,7	20,5	81,7	8,5	2,8
3	96,4	3,6	52,8	11,7	20,5	85	7,4	3,6
4	96,2	3,8	51	11,4	16,4	79,8	7,1	3,8
5	96,4	3,6	46,6	11,5	15,8	74	7	3,7
6	96,7	3,3	43,9	12,2	18,9	75	6,83	4
7	96,7	3,3	42,1	12,2	17,6	71,9	7,14	4
8	96,8	3,2	51,1	16,3	13,6	81	7,3	4,5
9	97,3	2,7	38,6	19,7	11,2	69,5	8,2	4,8
10	97,3	2,9	40,5	19,2	12,7	72,4	7,9	4,3
11	97,4	2,6	50	16,6	12,3	78,4	8,7	4,5
12	97,7	2,3	50,3	8,2	11,5	70	11,3	4
13	97,9	2,1	31	8	11,8	50,8	11,4	4,6
14	96,2	3,8	49,2	10,3	11,2	70,7	14,9	4
15	96,2	3,8	44	10,3	9	63,3	21,5	4

Fonte: Adaptado de JAYAPRABHA et al., 2011.

PALPANDIAN et al., 2013 estudaram as propriedades físicas do pseudocaule da bananeira das variedades *Grand-Nine (Cavendish, AAA)* *Nendran (Platain, AAB)*, *Monthan (ABB)* e *Poovan (Mysore, AAB)*. A concentração de hemicelulose, pectina e lignina das fibras diferiram significativamente entre o pseudocaule e pedúnculo dos diferentes cultivares de bananeira. A celulose tem um papel importante na qualidade das fibras. Foi observada a maior concentração de celulose nas fibras do pedúnculo (60,41%) e pseudocaule de *Nendran* (59,22%). A concentração de celulose mais baixa foi observada nas fibras do pseudocaule (48,19%) e pedúnculo (48,31%) do cultivar *Grand Nine*. A concentração máxima de hemicelulose foi observada nas fibras do cultivar *Grand Nine* (15,91%), e no pseudocaule e pedúnculo da fibra de *Monthan* (15,75%). O pseudocaule (21,56%) e pedúnculo (20,66%) do cultivar *Monthan*

apresentou maiores concentrações de lignina, e a concentração mais baixa foi encontrada no cultivar *Nendram* (14,39%). A pectina foi encontrada em altas taxas no pseudocaule (4,08%) e pedúnculo (3,87%) do cultivar *Monthan*, e as menores taxas no pedúnculo do cultivar *Nendram* (2,06%) (**Tabelas 5 e 6**).

Tabela 5. Propriedades físicas do pedúnculo e pseudocaule de fibras extraídas de diferentes cultivares.

Partes usadas da extração	Cultivar	Tex	Diâmetro (mm)	Carga de ruptura (g)	Extensão de quebra (%)	Tenacidade (g/Tex)
Pseudocaule	<i>Grande Nine (Cavendish AAA)</i>	13,33	0,225	100,2	1,02	7,52
	<i>Poovan (Mysore AAB)</i>	24	0,142	186,2	1,23	7,76
	<i>Monthan AAB</i>	22	0,17	114,97	1,34	5,23
	<i>Nendran (Plantain ou banana da terra AAB)</i>	24,23	0,119	327,37	1,67	13,51
Pedúnculo	<i>Grande Nine (Cavendish AAA)</i>	8,4	0,188	109,8	0,98	13,07
	<i>Poovan (Mysore AAB)</i>	11,23	0,146	171,43	1,13	15,27
	<i>Monthan AAB</i>	10,67	0,142	163,93	1,45	15,36
	<i>Nendran (Plantain ou banana da terra AAB)</i>	14,5	0,129	332,33	2,01	22,92
	Média	16,045	0,157	188,27	1,35	12,58
	CD (p.=0.05)	2,31	0,0022	28,7	0,193	1,89

Fonte: Adaptado de PALPANDIAN et al., 2013.

Tabela 6. Propriedades químicas do pedúnculo e pseudocaule de fibras extraídas de diferentes cultivares.

Partes usadas da extração	Cultivar	Celulose (%)	Hemicelulose (%)	Lignina (%)	Pectina (%)
Pseudocaule	<i>Grande Nine (Cavendish AAA)</i>	48,19	15,91	19,17	3,46
	<i>Poovan (Mysore AAB)</i>	57,57	12,65	16,71	2,82
	<i>Monthan AAB</i>	48,55	15,75	21,56	4,08
	<i>Nendran (Plantain ou banana da terra AAB)</i>	59,22	12,09	14,39	2,68
Pedúnculo	<i>Grande Nine (Cavendish AAA)</i>	48,31	13,99	19,87	3,25
	<i>Poovan (Mysore AAB)</i>	56,24	14,89	19,17	2,62
	<i>Monthan AAB</i>	49,65	15,75	20,66	3,87
	<i>Nendran (Plantain ou banana da terra AAB)</i>	60,41	10,2	17,56	2,06
	Média	53,52	13,9	18,64	3,1
	CD (p.=0.05)	7,44	1,94	2,59	0,44

Fonte: Adaptado de PALPANDIAN et al., 2013.

Uma et al. (2005) descreveram que as respostas do genoma B produzem plantas fortes e volumosas. Portanto, plantas com uma maior proporção do genoma B produzem mais biomassa do que outros triplóides. No entanto, segundo esses autores, a constituição genômica teve menor influência no pseudocaule extraível por fibra.

4.4 Processos de beneficiamento da fibra de bananeira

As fibras naturais possuem muitas vantagens, entre elas a abundância na natureza e baixo custo, mas também possuem algumas limitações, como a alta absorção de umidade e o subsequente inchaço e degradação, a fraca resistência química e ao fogo, alta dispersão de propriedades mecânicas, poucas interações interfaciais com matrizes poliméricas ou cimentícias, entre outras. Por esses motivos, há uma grande preocupação para modificar a superfície das fibras naturais através de várias técnicas, a fim de superar suas desvantagens inerentes e aproveitar com sucesso desses materiais em várias aplicações (CRUZ; FANGUEIRO, 2016).

Para melhorias da qualidade da fibra extraída, podemos utilizar métodos de beneficiamento por tratamento físico, químico ou enzimático adequado. Esses tratamentos podem reduzir a absorção de umidade, limpar a superfície e aumentar a rugosidade das fibras, reduzindo principalmente o comportamento hidrofílico (MOHD et al., 2007; WANG et al., 2003 apud OSORIO et al., 2012). Esses tratamentos podem ser utilizados para processos de beneficiamentos artesanais e industriais.

4.4.1 Processo de beneficiamento artesanal

A referência base para descrever a seguir o processo de extração e beneficiamento da fibra de bananeira deste trabalho vem do manual desenvolvido no ano de 1.999, “A palha e o fio da bananeira - manual de produção”, que relata de forma clara e simples as etapas de beneficiamento artesanal da fibra de bananeira (**Apêndice A**). Este manual foi desenvolvido por grupos de pesquisadores da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (LES/ESALQ/USP), na qual faz parte a pesquisadora Dr.^a Maria Elisa de Paula Eduardo Garavello, do Departamento de Economia Administração e Sociologia e coorientadora deste mestrado. Outros métodos de beneficiamentos foram

consultados, como no manual elaborado por grupos de artesãos de Ubatuba, Ubafibras, litoral norte de São Paulo (UBAFIBRAS, 2008), estudos de comunidades do Vale do Ribeira (CARVALHO, 2015), Ceará (LUNA et al., 2016), e o processo de extração das fibras realizado na Índia, já utilizando máquinas, chamado de beneficiamento mecânico, pois utiliza uma máquina desfibriladora na etapa do beneficiamento dos fios (ECOGREENUNIT, 2020).

Na coleta da fibra, o pseudocaule (tronco) da bananeira deve ser cortado cerca de três palmos do chão. O pseudocaule é constituído por camadas que se soltarão facilmente e compostos químicos que podem manchar a roupa, por isso deve-se neste estágio, usar o avental, luvas de borracha e se possível, botas para se evitar acidentes durante o corte (CAPLAN, 2015).

Para a confecção de palhas, utilizamos todas as bainhas que formam o pseudocaule, que geralmente contém mais ou menos de 15 a 20 partes, e podem ser retirados uma a uma manualmente. Após a retirada das bainhas, estas serão desfiadas em fitas ou tiras para se obter as palhas (CAPLAN, 2015).

Os tipos de palha obtidos são (UBAFIBRAS, 2008; GARAVELLO, 1999):

- Palha Interna ou Calha Mole: É a parte mais mole da bainha, ou seja, a parte de dentro, de onde se extrai a palha;
- Renda: O meio da bainha é formado por uma camada relativamente rendada; que é extraída limpando-se os seus dois lados da fita;
- Palha Externa ou Calha Dura: Como se diz o nome, é a palha confeccionada através da camada de fora da bainha, extraídas com o auxílio da faca de cozinha que não possuem serra, para não danificar a fibra a ser retirada.

Nas palhas externas e internas, retira-se o excesso de mucilagem raspando com uma faca, após este processo, todas as tiras devem ser lavadas e postas nos varais para a secagem (CAPLAN, 2015).

Se colocadas no sol, as palhas tornam-se de cor clara; se secar dentro do barracão ou em lugares ventilados, mas não secadas no sol, estes terão cores mais escuras (GARAVELLO, 1999).

Resumidamente, as etapas do beneficiamento artesanal da fibra de bananeira, segue os seguintes passos: coleta, fatiamento, desfiamento, lavagem e secagem. Neste processo da comunidade de Ubatuba, as palhas de bananeiras devem estar maleáveis para serem manuseadas, ou seja, não podem estar secas demais, e caso

isto ocorra, devem ser umedecidas novamente antes de serem utilizadas em trabalhos artesanais (GARAVELLO, 1999).

Na extração mecânica, cerca de 15 a 20 kg de fibra de bananeira podem ser processados em um dia em comparação com 500 g por dia através de um processo manual realizados por comunidades rurais. Devido à maior capacidade e produtividade, a extração mecânica é amplamente praticada na Índia (VELLAICHAMY et al, 2017). Este processo mecânico utilizado pela Índia é relado por Pitimaneeyakul (2012) sendo umas das técnicas *eco-friendly* mais apropriadas para a coleta de fibras, uma vez que a cor das fibras é mais leve se comparado ao processo biológico.

O manual Ubafibras e o manual elaborado pelo grupo de pesquisadores da ESALQ-USP (GARAVELLO, 1997), descrevem o processo de tingimento da fibra de bananeira com utilização de corantes naturais. As fibras adquirem tons e cores variadas, ou mesmo podem se tingir com as anilinas utilizadas para tingir tecidos (UBAFIBRAS, 2008).

Após a elaboração do beneficiamento da fibra, utiliza-se teares manuais para confecção de tapetes, bolsas, chapéus, esteiras e outros produtos. A palha externa e rústica é mais resistente, sendo utilizado para objetos trançados, como por exemplo: sacolas, cestas, chapéus, esteiras (**Figura 7**) (GARAVELLO, 1999).

Figura 7. Processo de beneficiamento da fibra de bananeira.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

4.4.2 Processo de beneficiamento industrial

Sobre o processo de beneficiamento da fibra de bananeira, enfatizam-se, como ponto de partida, dois processos: (i) processo artesanal, relatado pelo manual produzido pelos pesquisadores da ESALQ-USP, utilizado hoje por diversas comunidades ribeirinhas do Brasil e região do Vale do Ribeira, estado de São Paulo. O Vale do Ribeira tem plantações rurais de banana e os resíduos do plantio são utilizados para artesanato local, por diversos grupos de mulheres artesãs; (ii) processo industrial, estudado por Ortega et al. (2016), em experimento de cardagem e fiação de fibras de banana misturado à outras fibras para futuras aplicações em têxteis técnicos. Neste estudo, as fibras foram previamente tratadas pelo processo enzimático, apresentando resultados promissores em comparação com outros tratamentos. Após esta etapa, as fibras passam pelos processos de cardagem e fiação. Utilizou-se um aparelho denominado abridor Shirley (SDL Atlas, Rock Hill, SC, EUA), em escala de laboratório para fibras curtas, antes do processo de cardagem. Como a fibra de bananeira apresenta alta rigidez (cerca de 360 cN / tex) em comparação com outras fibras, como linho ou cânhamo (150 cN / tex) ou algodão (80 cN / tex), quantidades maiores de fibra ficam retidas na bandeja da máquina, mesmo variando as lâminas e o tempo de processo neste primeiro teste. Os resultados mostraram fibras quebradas com baixa coesão interfibrilar e ficam aderidas ao tambor (Figura 8).

Figura 8. Aderência das fibras ao tambor durante o processo de cardagem.

Fonte: ORTEGA et al., 2016.

Para tentar melhorar a eficiência do processo, as fibras de bananeira foram misturadas com algodão em proporções diferentes: 50/50 e 70/30 (banana / algodão).

O algodão atuou neste fio como uma fibra de suporte. As fibras, depois de passar pelo abridor Shirley, foram misturadas manualmente e depois processadas no tambor giratório. Ainda foi observado que parte das fibras aderiu ao tambor e os cartões, embora em menor proporção, obtendo um véu com melhor adesão interfibrilar (**Figura 9**) e menos restos produzidos (ORTEGA et al., 2016).

Figura 9. Coesão do véu para mistura de 50/50 de fibras de bananeira e algodão.

Fonte: ORTEGA et al., 2016.

O aumento da proporção de fibra de bananeira até 70%, mostra que o comportamento no processo de cardação ficou parecido com os testes realizados com 100% de fibra de bananeira, apresentando fibras mais danificadas e maior adesão ao tambor (em relação a Mistura 50/50). Outros testes utilizando fibras convencionais de poliéster como fibra de suporte, com uma proporção de 50/50, apresentaram resultados semelhantes aos obtidos com a mistura de algodão. Finalmente, a lã ovina também foi utilizada, a fim de aumentar a quantidade de fibra de bananeira na mistura, aproveitando o *curling* natural da lã como elemento de coesão. As misturas foram feitas com 50% e 70% de fibras de bananeira. O procedimento foi idêntico ao seguido pelo algodão. Com resultado dos experimentos realizados, observou-se que as fibras de bananeira podem ser centrifugadas para obter fios. Os melhores resultados foram obtidos ao misturar fibras de banana com outras fibras mais macias em escala industrial, como a mistura com a lã, mostrados nas **Figuras 10, 11 e 12** (ORTEGA, Z, et. Al, 2016).

Figura 10. Resultado do processo de cardagem para 70% de banana / 30% de misturas de lã.

Fonte: ORTEGA et al., 2016.

Figura 11. Pavios obtidos para diferentes misturas, como: algodão (a), poliéster (b) e lã (c).

Fonte: ORTEGA et al., 2016.

Figura 12. Rolos obtidos com as três misturas de fios (a). Mistura de fios de banana/lã (b) e mistura de poliéster/banana (c)

Fonte: ORTEGA et al., 2016.

Ortega et al. (2016) concluíram que a mistura de fios da bananeira / poliéster tem maior tenacidade do que a mistura de fios de linho / poliéster. Os fios de banana / poliéster mostraram cerca de 46% maior tenacidade que o fio de linho / poliéster. As

fibras de bananeira tratadas apresentaram resultados melhores do que o cânhamo, a juta ou o algodão. As condições ideais para o tratamento enzimático da fibra de bananeira foram: 100% Biopectinase K por 6 h; a 45°C, e pH = 4.5, com renovação do banho após 3 h. Estudos de estabilidade demonstraram que mais de 80% de sua atividade ocorre nas primeiras 3 h; posteriormente, a atividade da enzima diminui atingindo 12% em 24 h. Os tratamentos enzimáticos melhoraram a estabilidade térmica das fibras pela remoção de pectina e hemicelulose, enquanto causaram uma leve diminuição nas propriedades mecânicas, provavelmente devido à desfibrilação encontrada em observações SEM. Assim a fibra de bananeira pode ser fiada para produzir fios, misturadas ou não com outras fibras, enquanto o mais adequado, para aumentar a escala industrial sem grandes mudanças de equipamentos, seria a mistura de fibra de bananeira e lã.

4.5 Métodos de tratamentos da fibra de bananeira

4.5.1 Tratamento químico

Os métodos químicos para a extração de fibras são geralmente realizados com NaOH (hidróxido de sódio), embora outros produtos químicos também sejam usados (KMnO₄, cloreto de benzoílo, ácido esteárico, entre outros). Esses processos podem causar problemas ambientais devido à necessidade de tratar os resíduos produzidos. Os meios mecânicos não são capazes de remover os constituintes não celulósicos (lignina). Uma alternativa é o uso de processos biológicos (fermentações), como as de estado imerso (GAÑAN et al., 2004) ou sólido (JACOB et al., 2008).

Os processos de produção de têxteis liberam produtos químicos que contaminam a água e o solo, podendo haver a emissão de gases. O cultivo de fibras naturais requer o uso de pesticidas e fertilizantes químicos perigosos para controlar e aumentar a qualidade. Alguns dos produtos químicos utilizados durante os processos são tóxicos, não biodegradáveis e, portanto, alteram o ambiente físico (PITIMANEEYAKUL, 2012).

A modificação química mais simples é o tratamento alcalino de fibras que tem sido usado para tratar quase todas as fibras naturais com resultados bem sucedidos (BISANDA, 2000 apud OSORIO et al., 2012; GONZALEZ et al., 1999 apud OSORIO et al., 2012). O principal objetivo do tratamento alcalino, ou *mercerização*, como é

conhecido, é interromper a ligação de hidrogênio na estrutura molecular e remover algumas substâncias, como hemicelulose, lignina, cera e óleos, aumentando assim a rugosidade da superfície e reduzindo sua natureza hidrofílica. Este tratamento influenciou o comportamento mecânico das fibras, especialmente quanto à força e rigidez (LI et al., 2007 apud OSORIO et al., 2012).

Cruz e Fanguero (2016) e Zimmermann, et al. (2014) relataram que tratamentos químicos, por exemplo, tratamentos alcalinos, podem melhorar significativamente as propriedades mecânicas das fibras naturais modificando sua estrutura cristalina. Além disso, a absorção de umidade e o subsequente inchaço das fibras naturais podem ser reduzidos por meio de tratamentos químicos seletivos (por exemplo, agentes repelentes de água).

Outros tratamentos químicos (por exemplo, com agentes de acoplamento de silano) também podem melhorar as interações interfaciais fibra e matriz através da formação de forte ligação química, portanto, resulta em uma melhoria considerável no desempenho mecânico dos compósitos (CALLUM, 2010 apud CRUZ; FANGUEIRO, 2016).

4.5.2 Tratamento de plasma

O tratamento com plasma é uma técnica física que é utilizada com sucesso para modificar a superfície de várias fibras naturais. As propriedades mecânicas das fibras naturais melhoraram significativamente após o tratamento com plasma (OLIVEIRA et al. apud CRUZ; FANGUEIRO, 2016). O tratamento com plasma pode introduzir vários grupos funcionais na superfície da fibra natural e esses grupos funcionais podem formar fortes ligações covalentes com a matriz que conduz a uma interface entre fibra e matriz. Além disso, as estruturas superficiais das fibras podem melhorar a rugosidade, devido ao tratamento com plasma que resulta em uma melhora interface com as matrizes através do bloqueio mecânico (CRUZ; FANGUEIRO, 2016).

Muitas pesquisas exploraram o uso de atmosféricos Plasma DBD (*dielectric barrier discharge*) para melhorar as propriedades físicas de vários materiais, entre eles as fibras naturais. Na tecnologia de processamento de plasma, está bem estabelecido que a exposição a plasmas gerados em gases inertes e reativos podem limpar a

superfície dos materiais e modificar suas características, particularmente sua energia superficial (BORCIA et al., 2006).

Fangueiro et al. (2012) relataram que o tratamento com plasma DBD pode garantir a produção de fibras com resistência à tração melhoradas, melhor elasticidade, atividade química e propriedades adesivas. No mesmo estudo, foi observado a remoção de algumas impurezas das fibras de celulose, apresentando uma fibra mais limpa.

4.5.3 Tratamento biológico

Os meios mecânicos não são capazes de remover os constituintes não celulósicos (lignina). Uma alternativa é o uso de processos biológicos, como fermentações de imersão (GAÑAN et al., 2004 apud ORTEGA et al., 2016) e por estado sólido (JACOB et al., 2008 apud ORTEGA et al., 2016). Os meios enzimáticos são considerados mais amigáveis para o meio ambiente, além de evitar a ruptura das fibras e alterar as suas propriedades. Existem diferentes parâmetros que afetam a escolha da enzima, como o tipo de substrato, composição, tamanho, teor de lignina, etc. (KINNARINEN; HÄKKINEN, 2014, apud ORTEGA et al., 2016).

Enzimas são capazes de modificar os parâmetros da fibra estudada com propriedades desejadas. São capazes de melhorar os resultados de processamentos, através de método ecológico de processamento e acabamento de tecido. As enzimas são compostos bioativos, ou catalisadores que atuam sobre a regulação de várias reações bioquímicas em tecidos vivos e células (SILVA et al., 2002 apud SARMA et al., 2016).

Estudos anteriores mostraram que as enzimas pectinase (JACOB; NILADEVI; ANISHA; PREMA, 2008 apud ORTEGA et al., 2016) e xilanase (TIBOLLA et al., 2014 apud ORTEGA et al., 2016) como as mais adequadas para o tratamento na extração de fibras.

A escolha da fonte microbiana para a produção de pectinase depende de fatores como o tipo de cultura necessária para a sua produção (estado sólido ou fermentação submersa), número e tipo das pectinases produzidas (esterases,

despolimerases hidrolíticas e despolimerases eliminativas), pH e estabilidade térmica das enzimas e seus genótipos (SARMA; DEKA, 2016).

As pectinases são um grupo de enzimas produzidas por grande número de microrganismos, incluindo fungos filamentosos, os quais são os mais utilizados e contribuem para a quebra de substâncias pécicas (SARMA; DEKA, 2016).

As pectinases são usadas na indústria têxtil para remoção e desgomagem de fibras, pois são capazes de quebrar moléculas complexas de tecidos de plantas em outros mais simples, como o ácido galacturônico (KASHYAP et al., 2001 apud ORTEGA et al., 2016).

A enzima pectinase representa cerca de 25% das vendas mundiais de todas as enzimas industriais (SILVA et al., 2002 apud SARMA et al., 2016). Existe uma demanda crescente de enzima pectinase com alta estabilidade em várias indústrias, incluindo a indústria têxtil, juntamente com outros usos biotecnológicos para superar a limitação da pectinase comercial existente (SARMA; DEKA, 2016).

As principais aplicações industriais das pectinases são: o clareamento, remoção e desengomagem de fibras; tratamentos de águas residuais com substâncias pectínicas; além de fabricação de papel, extração de óleos, fermentação do café e chá (KASHYAP et al., 2001 apud JACOB et al., 2008). As pectinases são produzidas por plantas e microrganismos, como fungos, leveduras e bactérias. A fonte comum de pectinases comerciais é o fungo filamentoso *Aspergillus sp.* (TORRES et al., 2005 apud JACOB et al., 2008).

Sarma e Deka (2016) estudaram os fungos da família *Aspergillus sp.* Nas suas pesquisas, o fungo *Aspergillus niger* apresentou uma imensa potencialidade em comparação com os fungos da família *Aspergillus fumigates*, sendo assim uma boa fonte de fungos produtores de pectinase.

Estudos realizados por Ortega et al. (2016) com grupos de enzimas como biopectinase denominados Biopectinase M01 e Biopectinase K, foram eficazes para limpeza das fibras de bananeira. A poligalacturonase (Biopectinase K) pertence à família das pectinases, enquanto a Biopectinase M01 consiste em uma mistura de hemicelulases e pectinase. Primeiro foram utilizados os dois grupos de enzimas e observou-se os resultados com determinadas condições de temperatura e cultivo. Na

Figura 13 observa-se uma melhora na superfície da fibra, mais ainda existe a necessidade de ajustes. As fibras após o tratamento enzimático aparecem mais limpas e desfibriladas, onde este efeito é mais observado na maior concentração de enzimas. Além disso, foi comprovado que a Biopectinase K proporcionava melhor limpeza do que Biopectinase M01. Com os resultados dos testes mecânicos para a fibra mencionada acima, juntamente com observações microscópicas, levaram à redução de experimentos em dois tratamentos enzimáticos à enzima Biopectinase K a 25% e 100% concentração por 6 h, com renovação do banho após 3 h de tratamento, denominados assim tratamento 1 e 2. Na **Figura 14** mostram-se a superfície das fibras após esses tratamentos ajustados às condições ideais.

Figura 13. Imagens SEM de fibras de bananeira: (a) fibras tratadas com Biopectinase M01; (b) fibras tratadas com Biopectinase K.

Fonte: ORTEGA et al., 2016.

Figura 14. Imagens SEM de fibras de bananeira: **(a)** fibras não tratadas; **(b)** fibras após o tratamento 1; **(c)** fibras após o tratamento 2, mostram que as fibras tratadas são mais limpas que as virgens. Além disso, como observado na Figura, as fibras do Tratamento 2 são as mais finas.

(a)

(b)

(c)

Fonte: ORTEGA et al, 2016.

A ampla aplicabilidade das enzimas pectinases em diferentes setores também influencia na utilização de fungos para a produção de pectinases ácidas. Pode-se sintetizar a pectinase através do processo de fermentação em estado sólido, utilizando diferentes resíduos agrícolas (SARMA; DEKA, 2016).

Devido ao desenvolvimento de tecnologias de fermentação em larga escala, a produção de enzimas microbianas é responsável por uma proporção significativa da produção total da indústria de biotecnologia. Entre os processos utilizados para a produção de enzimas, a fermentação em estado sólido (SSF) é favorecida devido a uma série de vantagens (REHMAN et al., 2014).

Rehman et al. (2014) ainda destacaram que os resíduos da bananeira seriam um ótimo substrato para produção dessas enzimas da família *Aspergillus sp.*

Fangueiro et al. (2012) estudaram as nanofibrilas de celulose de bananeira depositadas na superfície das fibras de sisal e de cânhamo, utilizando-as como substratos durante o processo de fermentação da celulose bacteriana. Observou-se que a deposição de cerca de 5-6% de celulose bacteriana na superfície da fibra natural resultou em melhoria significativa na adesão interfacial com matrizes poliméricas tais como ácido polilático e acetato de butirato de celulose. Portanto, este novo processo de modificação superficial leva ao desenvolvimento de uma nova geração de compósitos de fibras naturais com interface de fibra / matriz melhorada.

4.6 Corantes naturais e a fibra de bananeira

Os primeiros registros que fazem referências aos corantes naturais e à sua utilização na China, datam de 2600 A.C. (PEZZOLO, 2007).

Nessa época, a cor das roupas indicava a posição social: amarelo para os imperadores, violeta para as esposas. Já o azul, vermelho e negro eram cores destinadas aos cavaleiros. O uso de corantes e das substâncias que garantiam sua fixação eram conhecidos dos egípcios. A Garança ou Ruiva (vermelho) e o Pastel (diversos tons de azul) foram os dois principais corantes utilizados na Idade Média (476 a 1453). Nessa época, os tintureiros utilizavam o alúmen para fixar os corantes (VIANA, 2012).

Quando Vasco da Gama encontrou o caminho marítimo para as Índias teve início uma nova era das tinturas naturais. Após aprender com os povos da Ásia sobre o uso dos corantes, os Europeus se aperfeiçoaram na tecnologia da tintura, utilizando corantes vegetais e animais, fato que se estendeu até meados do século XIX (VIANA, 2012).

Em 1856, o químico inglês Willian Perkin preparou pela primeira vez num laboratório, um corante a partir de anilina, dando início a era dos corantes sintéticos. Em resposta à crescente demanda da indústria têxtil, em 1868 foi desenvolvido um processo para síntese de alizarina (corante vermelho de origem vegetal), em 1880, para o índigo (corante azul de origem vegetal) e, até a virada daquele século, já estava

estabelecida uma potente indústria de corantes sintéticos (BESSLER, 2004 apud VIANA, 2012).

Segundo Ferreira (1998), a tintura de fios ou tecidos tem início com a aplicação do mordente, substância que serve de fixador entre as fibras e o corante, conferindo maior resistência às lavagens, à exposição solar e aumentando a durabilidade das peças. O mordente é uma substância solúvel em água que proporciona uma ligação estável entre o corante e as fibras. Os mordentes têm efeito direto sobre as cores: os de ferro são ótimos para cores escuras; os de alumínio resultam em cores vivas; e os de cobre são ótimos para cores avermelhadas, que vão da cor rosa a tons terrosos.

Viana (2012) relatou que é possível tingir sem usar mordentes, mas o uso de mordentes geralmente produzirá cores melhores, mais vívidas e mais permanentes. Os mordentes mais comuns são o alúmen, sulfato de cobre, dicromato de potássio, sulfato ferroso e tanino. Segundo a autora, são poucos os corantes naturais que tingem tecidos naturais com eficiência sem auxílio de mordentes. Um tingimento mais ecológico pode ser alcançado com a substituição de mordentes metálicos por mordentes naturais, tais como taninos vegetais ou ácido tânico, embora a toxicidade ambiental do alúmen de potássio ou do sulfato de alumínio seja quase nula.

Prusty et al. (2010) apud Viana (2012), por exemplo, realizaram investigações para determinar a atividade antibacteriana de quatro corantes naturais usando cinco diferentes concentrações da solução de cada corante. No estudo foi utilizado tecido de seda tingido naturalmente com folhas de Teca (*Tectona grandis* T., família: *Verbenaceae*) para desenvolvimento de vestuário de proteção contra infecções comuns.

Ibrahin et al. (2010) apud Viana (2012) investigaram tingimentos naturais com multifuncionalidade, isto é, proteção contra os raios UV e atividade antibacteriana. Para isso pesquisaram as condições ideais para o tingimento variando parâmetros tais como: utilização de mordentes, características do substrato (tecidos), tipo e concentração do extrato corante entre outros. O **Quadro 5** apresenta os resultados da atuação dos corantes na proteção contra os raios UV, ressaltando o papel do uso do mordente não na fixação do corante, mas na proteção contra os raios UV.

Quadro 5. Efeitos dos diferentes corantes naturais na proteção dos Raios UV.

Vegetal		Sem mordente	Com mordente
Ruiva	<i>Rubia tinctorum</i>	Ruim	Excelente
Açafrão da Terra	<i>Curcuma longa</i> L.	Ruim	Excelente
Cebola	<i>Allium cepa</i>	Muito boa	Excelente
Hena	<i>Lawsonia inermis</i>	Muito boa	Excelente

Fonte: Adaptado de VIANA, 2012.

Na prática artesanal, obtém-se o corante, primeiramente com fervura de plantas em água. As tinturas a quente oferecem melhores resultados que as realizadas a frio. Banhos prolongados com temperaturas elevadas possibilitam melhor impregnação da coloração nas fibras têxteis (DAMASCENO, SILVA e FRANCISCO, 2010).

Segundo Fletcher et al. (2011) apud Oliveira et al. (2017), as técnicas que utilizam corantes naturais não são valorizadas atualmente pela indústria têxtil, sendo muitas vezes criticadas, pois a disponibilidade de matérias-primas é limitada e, por conseguinte, difícil de garantir a exatidão das cores em repetidas amostras, além de sua reprodução em larga escala.

4.7 Produção da fibra de bananeira no mundo para fins têxteis

Segundo Meena e Kulkarni (2017), o mercado global de produtos têxteis girou em torno de 773 bilhões de dólares em 2013. A estimativa para o ano de 2018 foi de 1 trilhão de dólares e para o ano de 2023, a previsão será em torno de 1,3 trilhões para este mercado (**Figura 15**). A Índia aparece como um dos principais polos têxteis do mundo e faturou 98 bilhões de dólares em 2013 com produtos têxteis. A previsão feita para o mercado indiano para 2018 foi que o número atingisse 149 bilhões de dólares, com crescimento de 14,9%. Para o ano de 2023, 233 bilhões de dólares, com crescimento de 17,9% (**Figura 16**).

Figura 15. Mercado Têxtil Global.

Fonte: MEENA; KULKARNI, 2017

Figura 16. Mercado Têxtil Indiano.

Fonte: MEENA; KULKARNI, 2017.

Por cada tonelada (1.000 kg) de frutas de bananas colhidas, cerca de 100 kg do fruto são rejeitados (ou seja, frutas podres e perdas) e cerca de 4 toneladas de resíduos de biomassa (por exemplo, folhas, pseudocaules, frutas podres, cascas, pedúnculos, rizomas, etc.) são gerados. Isso significa que, para cada ciclo de produção de banana, quatro vezes os resíduos de biomassa também são produzidos (ABDULLA et al., 2014).

Estima-se que um pseudocaulé é constituído aproximadamente 92% de água e 3% de fibra. Um pseudocaulé com peso médio de 40 kg de matéria verde fornecerá em média 1,2 kg de matéria seca (fibra). Portanto, após a colheita da fruta, em um hectare (10.000 m²) de bananeiras, com 2.000 plantas (espaçamento 2x2m), são produzidas cerca de 80 toneladas/ha de matéria verde e 2.400 kg/ha ou 2,4 ton/ha matéria seca (fibra) (SANTOS, 2005).

Em 2012, o *Philippine Textile Research Institute*, da Filipinas, concluiu que as plantações de banana nas Filipinas sozinhas podem gerar mais de 300 mil toneladas de fibras (MCEACHRAM, 2015). O instituto, que é pioneiro em pesquisa da fibra de bananeira, apresentou recentemente estudos para melhoria da textura da fibra, através de técnicas de desgomagem da fibra de bananeira, otimizando os processos (OBMERGA, 2014).

Similarmente, as Filipinas, que têm cerca de 447.000 acres (1 acre = 4.046,9 m²) de plantações de banana, podem produzir 307.000 toneladas de fibra de bananeira por ano. Por esse motivo, há enorme procura de designers e grandes marcas para elaborar novos materiais e produtos têxteis (GUANGDONG, 2012).

A espécie de bananeira mais conhecida por sua fibra é o abacá (*Musa textiles*). Sua fibra é altamente importante entre o grupo das fibras foliares, enquanto a banana mais comum consumida pelos seres humanos é um membro das espécies de *Musa acuminata* (AHAMAD; DANISH, 2018 apud SUBAGYO; CHAFIDZ, 2018).

Sobre a produção de fibras de abacá, em 2016, a produção mundial foi de 106.598 toneladas. As Filipinas aparecem como principal produtor dominante, fornecendo 86% da demanda mundial; sendo o restante da produção atendido pelo Equador. Em 2005, as Filipinas iniciaram um programa de expansão. Até o final de 2010, um total de 48.922 hectares de novas plantações de abacá foi estabelecido. No final de 2010 o país tinha atingido 167.145 hectares, capazes de atender à demanda incremental de fibra de abacá (INFO, 2018).

Na Índia, a fibra de bananeira tem sido usada com uma mistura de fibra de algodão para fazer tecidos, representando cerca de 15,8% de todos os tecidos fabricados pela Índia no ano de 2015. A província de Gujarat, na Índia, que engloba os municípios Anand, Surat, Vadodara, Bharuch, Narmada e Kheda, apresentaram em 2017, na 8ª *Global Summit*, (ocorrido em Gujarat, Índia, de 10 a 13 de janeiro de 2017) um projeto para criar o *Eco-Park Têxtil Gujarat* para beneficiamento de fibras naturais e de bananeira, que abrange todo o processo de produção, com centro de excelência e treinamento, laboratórios de testes, estúdio de design, que irá unir a cadeia da extração, beneficiamento, criação de fios, e produtos têxteis sustentáveis e de alta qualidade. Sobre o total produzido de banana da Índia, 17,6% da produção é correspondente da província de Gujarat (MEENA; KULKARNI, 2017).

Apesar disso, na Índia, mais de 50 milhões de toneladas de fibras dos pseudocaules de bananeira são geradas após a colheita do fruto, das quais 3,9 milhões de toneladas de fibras poderiam ser extraídas. Cerca de 1 bilhão de toneladas de caules de plantas de bananeira são desperdiçadas a cada ano no mundo, apesar de pesquisas indicando que apenas 37 kg de caules podem produzir um quilograma de fibra (VELLAICHAMY, 2017).

Após a colheita da banana, o cacho é deslocado para outros locais e as outras partes da planta, como pseudocaule, folhas e coração, normalmente permanecem no bananal, sendo utilizadas como cobertura no solo. O pseudocaule e a folha, após a colheita da fruta, normalmente são utilizados no solo, como cobertura morta, para manter a umidade, evitar erosão, controlar plantas daninhas e devolver nutrientes ao solo para reduzir custos de adubação. O acúmulo de engaço gera sérios problemas ambientais e fitossanitários, pelo volume gerado (SIMMONDS, 1966 apud SOFFNER, 2001).

4.8 Aplicabilidade da fibra de bananeira

4.8.1 O uso histórico da fibra de bananeira

Dados da história revelam que o tecido de fibra de bananeira já era usado em torno do século 13 em Okinawa, no Japão. Neste país, foram produzidos um tecido denominado *bashôfu* que significa literalmente "pano de fibra de bananeira". Tanto o tecido quanto as roupas feitas a partir da fibra de bananeira, são consideradas importantes constituintes da identidade de Okinawa. Essa característica especial da cultura japonesa chamou a atenção do Movimento de artesanato folclórico japonês na década de 1930. Após os anos de declínio depois da Segunda Guerra Mundial, a tecelagem e o uso do *bashôfu* reviveram com o retorno de Okinawa ao Japão em 1972 (MEENA; KULKARNI, 2017).

No Século XIII, Okinawa era conhecido como uma província, chamada de Reino Ryukyu. O reino interagiu com outros países asiáticos desde o final do século 14 até meados do século 16. Os navios deste reino navegavam por toda a Ásia, incluindo China, Japão, Coreia e países do Sudeste Asiático (atualmente Tailândia, Malásia, Indonésia e Vietnã). Esse período é frequentemente chamado de "era de ouro do comércio marítimo" (TAKARA, 2020).

Do século 15 até a queda em 1868, o reino produzia tecidos feitos de materiais naturais locais, como o *Bashôfu*, originalmente produzido para as roupas do dia a dia das pessoas. Quando o reino iniciou uma relação diplomática com a China e o Japão feudal no século 15, o *Bashôfu* foi produzido como tributo aos imperadores chineses. Após a queda do Reino, Okinawa tornou-se parte do Japão em 1872 e no processo de modernização, seus habitantes deixaram de fabricar *Bashôfu*. Após a Segunda Guerra Mundial, Okinawa ficou sob controle dos Estados Unidos até 1972. A instabilidade social deste período contribuiu para que alguns artesãos revivessem a produção de tecidos tradicionais, como meio de sobrevivência (SARASHIMA, 2013).

Em Kijoka, na aldeia de Ogimi, na parte norte da ilha de Okinawa, uma artesã chamada Toshiko Taira retomou a produção do *Bashôfu*. mais tarde a artesã renomada se tornou a presidente do Kijoka-no-Basho-fu-Hozonkai (Grupo de Preservação do *Kijoka-no-Basho-fu*), que promove a transmissão das técnicas do *Bashôfu* à geração mais jovem. O *Bashôfu* de Kijoka é considerado um importante ativo Cultural intangível do Japão (SARASHIMA, 2013).

A técnica empregada por esses artesãos locais, seguindo historiadores, é extremamente demorada e trabalhosa. Leva cerca de três anos para cultivar bananeiras, outros dois anos para processar os materiais, e depois vários meses para concluir a tecelagem de um rolo de tecido (medindo 0,38 x 12,0 m) (SARASHIMA, 2013).

Atualmente, Filipinas e Japão são os países que mais usam a fibra de bananeira em larga escala para fins comerciais, ao passo que os países asiáticos estão em crescente demanda de têxteis e roupas com aumento da população e poder de gastos (**Figuras 17a e 17b**) (MEENA; KULKARNI, 2017).

Figura 17. (a). Tecido Kijoka-no-Basho-fu, produzido de forma artesanal em Okinawa; **(b)** Artesã Toshiko Taira, reconhecida com o título de tesouro nacional vivo do Japão no ano 2000.

Fontes: (a) SARASHIMA, 2013; **(b)** OGIMI VILA; 2020.

4.8.2 Painéis e compósitos

Resíduos produzidos pela agroindústria da bananicultura do Vale do Ribeira (SP/PR) são aproveitados na produção de painéis laminados, compostos de folhas de papel confeccionadas a partir de fibras de bananeira e tecnologia tradicional, e posteriormente prensadas com resina de mamona (*Ricinus communis* L.). Esse material apresenta-se como uma alternativa sustentável para as comunidades da região, cujo potencial de produção é de 335.000 m² de painéis por ano. Resistente a intempéries e aos raios UVB e UVA, é composto por matéria-prima natural, renovável e reciclável, e sua utilização possibilita a redução do consumo de madeira (FINKIELSZTEJN, 2006).

O grupo de pesquisa em materiais compósitos da Faculdade de Engenharia Mecânica e da Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFPA vem desenvolvendo atividades de pesquisa com vista à aplicação de fibras natural vegetal como material de engenharia (BANNA et al., 2011). Em outros estudos relacionados a compósitos, Ezema et al. (2014) observaram que a modificação superficial das fibras do pseudocaule da bananeira com uma mistura de NaOH (hidróxido de sódio) a 4% e Na₂SO₃ (sulfato de sódio) a 2% para utilização de compósitos de lâmina de borracha natural reforçada, aumentou a resistência à tração e o módulo de elasticidade.

As fibras naturais usadas como reforço em matrizes poliméricas melhoram as propriedades mecânicas dos polímeros e podem substituir reforços inorgânicos

obtidos de fontes não-renováveis como a fibra de vidro, com as vantagens adicionais de serem mais leves, menos abrasivas aos equipamentos de processamento e biodegradáveis (BANNA et al., 2011; WAGHMARE et al., 2017).

O uso de fibras naturais como reforço de peças poliméricas tem sido amplamente estudado, especialmente com foco na tecnologia de moldagem por injeção. De fato, cerca de 21 mil toneladas de fibras naturais foram utilizadas em 2003 na indústria europeia. As fibras mais relevantes para a produção industrial de compósitos plásticos são linho, sisal e cânhamo. As fibras naturais são menos prejudiciais aos seres humanos, às máquinas e ao meio ambiente (ORTEGA, et al., 2016).

Placas confeccionadas a partir de fibra de bananeira e gesso reciclado apresentaram bons resultados tanto para o ensaio de ataque de fungos quanto para o envelhecimento. A fabricação dessas placas a partir de gesso reciclado e pseudocaule da bananeira pode-se tornar um produto comercial, já que apresentou resultados satisfatórios contra fungos e envelhecimento (ALÉCIO et al., 2015).

A empresa automobilística *Mercedes Benz* fez aplicações de fibras de bananeiras na produção do modelo de automóvel classe A. O pneu do carro é coberto com um material compósito, um termoplástico de polipropileno com fibras de bananeira embutidas. A fibra de abacá foi fornecida pela *Manila Cordage*, das Filipinas, e possuem alta resistência à tração e são resistentes a desgastes. Consequentemente, os pneus podem suportar ataques de pedra e exposição às alterações do tempo. Anteriormente eram utilizadas as fibras de vidro convencionais, essas requerendo mais energia para produção. Já o uso das fibras naturais traz benefícios com a economia de energia primária na casa dos 60% (AD&P, 2005).

4.8.3 Indústria de papel

Soffner (2001) relata que estudos têm sido realizados nos países como Brasil, Costa Rica, Equador e as Filipinas para caracterizar e verificar os potenciais de aplicação desses resíduos para produção de polpa celulósica e papel incorporação à materiais de construção, produtos da indústria automotiva e artigos têxteis. A utilização do engaço (haste dos frutos) da bananeira como fonte de fibras para produção de celulose representa uma solução potencial para a questão de

gerenciamento ambiental deste material. O autor cita ainda que a Costa Rica é um dos maiores exportadores mundiais de banana e tem utilizado o engaço como fonte de matéria prima na produção de papéis de impressão e produção de papéis artesanais. O engaço de bananeira *Musa sp.* é considerado um resíduo certo e indesejado na atividade bananicultura. Seu aproveitamento implicaria na minimização de impactos ambientais negativos.

Roja et al. (2002) analisando as fibras do pseudocaule da bananeira, concluíram que elas podem ser comparadas com as fibras de materiais convencionais usados na produção de papel, tais como madeira de coníferas. As fibras obtidas do pseudocaule da bananeira têm em média 4,0 mm de comprimento, essas fibras flexíveis, com boa superfície de contato e boa união fibra-fibra, o que permitiu classificá-las como fibras excelentes para fabricação de papel. Analisando a composição química das fibras do pseudocaule da bananeira, variedade "*Giant Cavendish*" ou "*Nanicão*", encontraram alto teor de alfa-celulose (62,7%) e baixo teor de lignina (12,7%) e concluíram que dentre outras variedades de bananeiras estudadas, esta é a mais recomendável para ser usada em grande escala na produção de celulose, pois apresenta alto teor de celulose e baixos teores de materiais solúveis em NaOH (hidróxido de sódio) 1%, cinzas e sílica.

4.8.4 Construção civil para tratamento acústico

Alécio et al. (2015) destacaram o valor do material, visto que o emprego é compatível com o propósito da construção sustentável, apresentando boa resistência acústica, ao citar testes em amostra de gesso com fibra de bananeira a 10%, gerando um produto totalmente sustentável que colabora com o ambiente. Sapuan et al. (2006) apud Demarchi (2010) relataram que o desempenho da fibra de bananeira pode ser melhorado pela utilização da fibra tecida (*woven fabric*), ao invés de dispersa na matriz.

Em geral, os autores citados ocupam-se da caracterização das propriedades mecânicas das fibras e compósitos, indicando sua possível utilização como elementos estruturais na construção civil e na indústria de mobiliário. Assim, indica-se a possibilidade de aplicação da fibra do pseudocaule da bananeira na composição de revestimentos para tratamento acústico de baixo custo e de fácil extração, entre outros elementos empregados na construção civil, em função da quantidade de resíduo

gerado/disponível, da demanda por produtos de revestimento e da possibilidade de redução de custos para a habitação. A fibra de bananeira apresentou resultados promissores de absorção sonora para a faixa de média frequência, entre 125 e 2000 Hertz. O desempenho do material estudado foi superior à lã de vidro, no intervalo de 250 a 1000 Hertz, e, ligeiramente superior, à lã de rocha, entre 500 e 1400 Hertz (ALÉCIO et al., 2015; SAPUAN et al. 2006 apud DEMARCHI, 2010).

4.8.5 Geotêxteis

Outros estudos citados por Loureiro e Guerra (2013), relataram que se têm utilizado as fibras naturais e outras sintéticas biodegradáveis para empregos de geotêxteis e com resultados bastante positivos quanto ao uso para a recuperação e/ou reabilitação e conservação do solo (**Figura 18**). Os geotêxteis são malhas de fibras biológicas biodegradáveis e possuem eficácia comprovada e estudada por diversos autores (MORGAN e RICKSON, 1988; Furtado et al., 2006; BHATTATHATTACHARYYA et al., 2008). Entre diversas funções, realizam proteção imediata e temporária ao solo contra agentes erosivos enquanto a vegetação não se estabelece na encosta. Uma vez estabelecida, as raízes das plantas e as fibras da manta geotêxtil agirão juntas para aumentar a coesão das partículas do solo (FULLEN e GUERRA, 2002; MORGAN, 2005). A fibra de bananeira se mostra promissora na composição dos geotêxteis, sendo inicialmente estudada por Loureiro (2013) no Brasil e por Adeitum (2011), Egbujuo e Shepherd (2012) no mundo, sob orientação/coordenação dos Professores Guerra (UFRJ) e Fullen (Universidade de Wolverhampton – Reino Unido), respectivamente.

Figura 18. Geotêxtil de fibra de bananeira.

Fonte: LOUREIRO e GUERRA, 2013.

4.8.6 Uso da fibra de bananeira em têxteis de moda

4.8.6.1 Têxteis de moda no mundo

Na Índia, país de referência em fabricação de têxteis não convencionais, são encontrados alguns exemplos de empresas que trabalham com a fibra de bananeira. Entre essas, estão *Anakaputhur Weaver Association*, uma empresa localizada no distrito de Chennai, fundada na década de 90 por C. Sekar. Possui uma equipe de 10 funcionários, máquinas para fiação e tecelagem. Nessa empresa fazem o beneficiamento da fibra e tecidos com mesclas de outras fibras, como algodão e seda, além de produzir outros produtos, como roupas, lenços e papel, como mostrado nas **Figuras 19 e 20**. A empresa utiliza fibras ou os pseudocaules de bananeira comprados em parceria com pequenos produtores nas aldeias vizinhas (UNNATISILKS, 2020).

Figura 19. Tecido Saree, elaborado por C. Sekar com mescla de fio de seda e de bananeira.

Fonte: UNNATISILKS, 2020.

Figura 20. Preparo da urdidura de fibra de bananeira para tecelagem.

Fonte: UNNATISILKS, 2020.

Na Índia, comunidades de Tamil Nadu Kerala, investem no desenvolvimento da atividade e, através de empresas como *Yashprabha* (EXPORTERSINDIA, 2020) e *Giri Banana Fiber* (EXPORTERSINDIA, 2020), vêm fabricando e aprimorando seus estudos e tecnologia para a produção da fibra de bananeira, vendendo a fibra *in natura* para produção de têxteis, papéis, bolsas, chapéus e utensílios como pratos e vasos.

A marca QWISTON (Suíça) desenvolveu uma linha de têxteis impermeáveis feito exclusivamente com fibras de bananeiras. O abacá é cultivado nas Filipinas dentro de um ecossistema natural de silvicultura sustentável, sem tratamentos químicos. A produção dos têxteis é uma parceria entre a empresa QWISTON, indústrias têxteis de Taipei, Taiwan e produtores das Filipinas (**Figuras 21a e 21b**) (BANANATEX, 2020).

Figura 21. (a) Sarja 100% abacá, linha Bananatex, empresa QWISTON; **(b)** Bolsa fabricada com tecido 100% abacá, linha Bananatex.

(a) **(b)**
Fonte: BANANATEX, 2020.

A empresa *Samatoa Lotus Textiles* (SAMATOA LOTUS, 2017), do francês Awen Delaval, comercializa um tecido a base de fibra de bananeira e seda (**Figura 22a**) que garante leveza, brilho, repelência à água, rigidez e é hipoalergênico, com composição de 60% de fibra de bananeira e 40% de seda, feito de forma artesanal, fiado e tecido com parcerias da comunidade do Camboja. A empresa comercializa outros tecidos com fibra de lótus por exemplo. A empresa eco-têxtil *Offset Warehouse5* do Reino Unido, reconhece o potencial da banana, e atualmente é parceira de uma ONG no Nepal para garantir que a produção de tecidos de fibra de bananeira apoie o setor artesanal (**Figura 22b**), confiando nas habilidades locais e que os trabalhadores sejam remunerados de forma justa e operem em condições seguras (OFFSETWHAREHOUSE, 2017).

Figura 22. (a) Tecido de mescla de fibra de bananeira e seda; (b) Offset Warehouse5 do Reino Unido com parceria de ONG do Nepal.

Fontes: (a) SAMATOA.LOTUS, 2017; (b) OFFSETWAREHOUSE, 2017.

4.8.6.2 Produtos de moda no Brasil

Na moda brasileira há preocupação da questão ambiental em algumas marcas, com empregos de materiais menos agressivos ao meio ambiente e com características mais sustentáveis. É o caso das marcas brasileiras Flávia Aranha (Figura 23a), *Insecta Shoes* (Figura 23b) e *Trópicca* (Figura 24), as quais desenvolvem sapatos feitos com a fibra de bananeira, tecidos em tear manual com tingimento natural. Este tecido é feito por grupos rurais no sul do país sob encomenda das marcas.

Figura 23. (a) Oxford feito de fibra de bananeira pela marca Flávia Aranha, de São Paulo; (b) Sapato feito de fibra de bananeira pela marca *Insecta Shoes*, de São Paulo.

Fontes: (a) FLÁVIA ARANHA, 2018; (b) INSECTA SHOES, 2018.

Figura 24. Rasteiras feitas de fibra de bananeira pela marca Trópicca.

Fonte: TRÓPICCA, 2018.

O salão Inspiramais, o principal salão de componentes para os artigos de moda do Brasil e América Latina, vem há alguns anos abordando o tema sustentabilidade, com aplicação de materiais produzidos com fibras naturais e materiais reciclados (**Figura 25a**). Em 2017, foram apresentados trabalhos feitos com fibra de bananeira para a indústria calçadista e tecidos reciclados, através do projeto intitulado como Saberes Manuais. Em 2019, no mesmo evento Inspiramais, no projeto conexão criativa e comercial, o autor desta dissertação apresentou alguns acessórios confeccionados com fibra de Bananeira (**Fig. 25b**).

Figura 25. (a) Sapatos feitos de fibra de bananeira pelo *Salão Inspiramais*, projeto *Saberes Manuais*; (b) Sandália feita de fibra de bananeira e couro pelo designer Luciano Pinheiro, *Salão Inspiramais*, projeto *Conexão criativa e comercial*.

Fontes: Textilianet, 2016; (b) Acervo do designer Luciano Pinheiro, 2020.

4.9 O cultivo de bananas no mundo e no Brasil

As bananas são produzidas em 135 países. Estima-se a existência de mais de 75 espécies nativas das florestas tropicais úmidas que se estendem da Índia ao Pacífico. Os produtores majoritários são agricultores que cultivam a cultura para consumo doméstico ou para mercados locais (STOVER, 1987; PERRIER, 1990). Existem mais de 1.000 variedades de bananas produzidas e consumidas localmente no mundo, mas a mais comercializada é a banana do tipo Cavendish, que responde por cerca de 47% da produção global. As culturas de banana Cavendish são capazes de atingir altos rendimentos por hectare e, devido às suas hastes curtas, são menos propensas a danos causados por influências ambientais, como tempestades. As bananeiras Cavendish também são conhecidas por se recuperar rapidamente de desastres naturais. Aproximadamente 50 bilhões de toneladas de bananas Cavendish são produzidas globalmente a cada ano. Praticamente todas as bananas fornecidas para os mercados dos EUA e da Europa são Cavendish, que são mais adequadas ao comércio internacional do que outras variedades, já que são mais resistentes aos efeitos das viagens globais. Cavendish também é o principal tipo de bananas

produzidas e consumidas na China e responde por um quarto da produção e consumo de banana na Índia (FAO, 2019).

Os dados disponíveis indicam que entre 2000 e 2017, a produção global de bananas cresceu a uma taxa anual composta de 3,2%, atingindo um recorde de 114 milhões de toneladas em 2017, em comparação com cerca de 67 milhões de toneladas em 2000. As bananas são produzidas predominantemente na Ásia, América Latina e África. Os maiores produtores são a Índia, que produziu 29 milhões de toneladas por ano, em média, entre 2010 e 2017, e a China, com 11 milhões de toneladas. A produção nos dois países atende principalmente o mercado interno. Outros grandes produtores são as Filipinas, com uma média anual de 7,5 milhões de toneladas entre 2010 e 2017, seguidas de Equador e Brasil, ambos em uma média de 7 milhões de toneladas. Dados das Filipinas mostram a diferença nos níveis de produtividade entre os diferentes tipos de bananas, com variedades como Saba (genótipo ABB) e Lakatan (cultivar *Cavendish*), que são produzidos principalmente para o mercado local, apresentando um rendimento médio por hectare de apenas 11-13 toneladas (Philippine Statistics Authority, 2019). No geral, a indústria da banana alcançou melhorias rápidas na produtividade, com o rendimento médio aumentando de cerca de 14 toneladas por hectare em 1993 para 20 toneladas por hectare em 2017 (FAO, 2019).

Após dois anos consecutivos de crescimento sustentado, as exportações mundiais de banana, excluindo a banana, devem atingir 18,1 milhões de toneladas em 2017. Isso representa uma recuperação saudável da queda nas exportações experimentada em 2015, quando os volumes caíram para 16,7 milhões de toneladas. Em meio à forte demanda nos principais mercados, os volumes de exportação se beneficiaram do crescimento da oferta em algumas das principais regiões exportadoras, com destaque para a América Latina e o Caribe. No entanto, uma série de tempestades tropicais no Caribe em setembro de 2017 causou graves interrupções no fornecimento e no transporte no quarto trimestre do ano, resultando em perdas significativas de safra e redução nos embarques em vários países caribenhos (FAO, 2019).

A Índia e a China estão entre os países que impulsionaram a maior expansão de produção nos últimos anos, em resposta ao rápido crescimento da demanda doméstica. Entre 2000 e 2015, a Índia e a China quase dobraram sua área colhida e atingiram um aumento de 48% e 83%, respectivamente. Com base nos números de

exportação de 2016, a indústria global de banana gera cerca de 8 bilhões de dólares por ano. No entanto, é importante notar que apenas 15% da produção de banana é comercializada no mercado internacional; o restante é consumido localmente, principalmente em países produtores de grande porte, como Índia, China e Brasil, e em alguns países africanos, onde a banana contribui em grande parte para a dieta das pessoas (FAO, 2019).

Os filipinos supostamente têm o maior consumo per capita, cerca de 60 kg/ano, seguido por brasileiros (número similar). Porém, em muitos países africanos, como Uganda, Ruanda e Camarões, o consumo per capita anual excede 200 kg de banana (todos os tipos, incluindo não-Cavendish e banana-da-terra). Especialmente nas áreas rurais desses países, a banana pode fornecer até 25% da ingestão diária de calorias. Segundo algumas estimativas, mais de 100 bilhões de bananas são consumidas globalmente a cada ano (Bananalink, 2019).

Um grande problema na produção de banana continua sendo o aumento dos custos de produção. Combinado com altos níveis de competição entre os comerciantes internacionais e as principais cadeias de varejo, que estão exercendo forte influência descendente sobre os preços, a pressão sobre os salários dos trabalhadores e os pequenos agricultores já empobrecidos continua a persistir. Os baixos preços são um grande obstáculo para os produtores enfrentarem outros desafios no setor, uma vez que dificultam enormemente o pagamento de salários decentes e investimentos em métodos de produção sustentáveis (FAO, 2019).

A América Latina e o Caribe foram responsáveis por aproximadamente 15,1 milhões de banana produzidas no mundo no período de 2014-2018, sendo a região de maior produção, seguida de Ásia com 3,2 milhões de toneladas e África com 0,9 milhão de toneladas de bananas produzidas neste período. Os europeus aparecem como os maiores importadores na estimativa realizada pela FAO para o ano de 2018, com 33% do total de todas as importações do ano, seguido por Estados Unidos (26%), Rússia (9%) e China (6%) (**Figuras 26 e 27**) (FAO, 2018).

Figura 26. Previsão Mundial de exportações de bananas por região/ milhões de Toneladas – 2014-2018.

Fonte: Adaptado de FAO, 2018.

Figura 27. Previsão Mundial de importações de bananas por região/ milhões de Toneladas – 2014-2018.

Fonte: Adaptado de FAO, 2018.

No Brasil, a região Nordeste teve a maior participação produção em 2019, com 34,2%, seguida pela região Sudeste 34,1% e Sul, com 15% (**Tabela 7** e **Figura 28**). O estado de São Paulo aparece com o maior produtor nacional (14,8%), seguido por Bahia (12,2%) e Minas Gerais (12,1%) em 2019 (**Figura 29**). Em 2017, o país exportou cerca de 41 milhões de toneladas de bananas. Os maiores importadores são: Uruguai, com 51,9% dos totais das importações, seguido de Argentina com 39,8% e Polônia

4,9% (**Tabela 8 e Figura 30**). Sobre a produção regional, especificamente no estado de maior produção (São Paulo), a região do Vale do Ribeira representa a maior produção. O município de Miracatu aparece como o 9º maior produtor do estado em 2017, com 36.000 toneladas produzidas (**Tabela 9**) (EMBRAPA, 2019).

Tabela 7. Produção Brasileira de bananas por região em 2019.

Região Fisiográfica	Área Colhida (ha)	Quantidade produzida (t)	Rendimento médio (t/ha)	Participação na produção (%)
Norte	73.140	790.763	10,81	11,6
Nordeste	180.220	2.332.671	12,94	34,2
Sudeste	136.220	2.320.541	17,02	34,1
Sul	49.376	1.050.310	21,27	15,4
Centro-oeste	22.693	318.423	14,03	4,7
Brasil	461.751	6.812.708	14,75	100

Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 2020.

Figura 28. Produção Brasileira de bananas por região. 2019.

Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 2020.

Figura 29. Principais estados produtores de bananas no Brasil em 2019.

Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 2020.

Tabela 8. Destinos das exportações brasileiras de bananas em 2017.

País	Volume (kg.)	Valor (US\$)	Preço médio (US\$/t.)
Uruguai	21.478.757	6.335.259	294,95
Argentina	16.487.944	3.893.899	236,17
Polônia	2.008.800	668.520	332,8
Países Baixos (Holanda)	874.800	408.698	467,19
Reino Unido	452.196	228.142	504,52
Estados Unidos	21.294	42.845	2.012,07
Argentina	39.182	17.280	441,02
Coreia do Sul	1.220	16.308	13.367,21
Austrália	11.319	11.313	999,47
Alemanha	20.088	9.180	456,99
México	400	1.560	3.900,00
Portugal	360	1.006	2.794,44
Estados Unidos	67	907	13.537,31
Chile	25	181	7.240,00
Turquia	140	155	1.107,14
Grécia	20	33	1.650,00
Hong Kong	20	19	950,00
Paraguai	1	4	4.000,00
Total	41.396.633	11.635.309	281,07

Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 2019.

Figura 30. Destinos das exportações brasileiras de bananas frescas ou secas em 2017 (por volume).

Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 2019.

Tabela 9. Produção de bananas por Municípios (São Paulo) em 2017.

Unidade da Federação e Município	Área Colhida (ha)	Quantidade produzida (t)	Rendimento médio (t/ha)
Banana/São Paulo/2017	49.012	1.084.514	22,13
Cajati (SP)	4.500	126.000	28
Sete Barras (SP)	4.200	126.000	30
Eldorado (SP)	4.000	100.000	25
Jacupiranga (SP)	3.000	90.000	30
Itariri (SP)	3.325	65.000	19,55
Registro (SP)	3.300	62.700	19
Itanhaém (SP)	2.300	57.500	25
Juquiá (SP)	2.256	51.888	23
Miracatu (SP)	2.250	36.000	16
Pariquera-Açu (SP)	1.200	30.000	25

Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 2019.

No Brasil, segundo Moreira (1987) apud Roja et al. (2002), a banana existe desde antes do seu descobrimento, existindo aqui, pelo menos, duas variedades da fruta, provavelmente a 'Branca' e a 'Pacova'. Daquela época até o início do século passado, o cultivo era semiextrativista, consistindo praticamente em práticas de plantio, em algumas roçadas e em colheita. Supõe-se que os navegantes portugueses conheceram essa fruta e passaram a cultivá-la por onde passavam (PIRES, 2009).

O consumo mundial de banana é de 10,43 kg por habitante ao ano. Os maiores consumidores são os países sul-americanos com 21,23 kg por habitante ao ano. Ocupando o segundo lugar, a América Central consome cerca de 13,90 kg da fruta por habitante ao ano e na terceira Oceania com 11,26 kg por habitante ao ano (VIEIRA, 2010). Apesar do grande consumo de bananas e, portanto, da grande quantidade de cascas e resíduos gerados, existem poucos usos industriais para as cascas de banana, o que representa 30-40% do peso total da fruta (ALBARELLI et al., 2011).

No Brasil, a denominação de “resíduo sólido” inclui as descargas de materiais sólidos provenientes das operações industriais, comerciais, agrícolas e das atividades da comunidade (FIGUEIREDO, 1995 apud SOFFNER, 2001). O cultivo da banana gera grandes quantidades de resíduos após a colheita dos frutos, sendo considerados os mais importantes, em termos de volume e potencial fibroso, o pseudocaule e as folhas (SOFFNER, 2001). As fibras de tais resíduos são empregadas em peças artesanais e produção de materiais diversos, como cordas, cestos etc. Atualmente, no Brasil, estuda-se a aplicação desses resíduos em materiais de construção, indústria automotiva, artigos têxteis e produção de polpa celulósica (SOFFNER, 2001).

4.9.1 Histórico do cultivo da banana no estado de São Paulo

No ano de 1912, a maior parte das exportações brasileiras da fruta já era feita através do porto de Santos, o que fez com que a Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo passasse a investir na geração de tecnologia para este cultivo. Os primeiros experimentos foram instalados em 1925, pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), e depois pelo Instituto Biológico de São Paulo (IB), seguidos pelas avaliações do Instituto de Economia Agrícola (IAA) e dos trabalhos feitos pelo Instituto de Tecnologia Agrícola (ITAL) (LICHTENBERG et al., 2011).

Em 18 de maio de 1931, o Horto Tropical de Ubatuba, no litoral paulista, foi transformado em Campo Experimental da Cultura de Bananeiras, subordinado à Diretoria de Inspeção e Fomento Agrícolas da Secretaria da Agricultura, e, três anos depois, já contava com uma coleção de cultivares de bananeira e realizava estudos sobre métodos de acondicionamento e conservação dos frutos para o transporte aos mercados estrangeiros. Em 1934, era publicado um livro intitulado “A cultura prática da Bananeira Nanica no Litoral Norte Paulista”, com considerações sobre botânica,

edafologia, climatologia e variedades, e com recomendações técnicas de plantio, tratos culturais, adubação, controle de pragas e doenças, colheita e transporte da fruta, o que já permitia a mudança do simples semiextrativismo para uma bananicultura com uso de técnicas agronômicas de manejo cultural, adubação e fitossanitárias (LICHTENBERG et al., 2011).

A partir da década de 1950, o Instituto Agrônomo e o Instituto Biológico de São Paulo intensificaram as pesquisas com o cultivo da bananeira, cujos resultados propiciaram bases para o começo das investigações feitas depois de 1970, por instituições de outros estados, e para instruções práticas para produtores de todo o país (LICHTENBERG et al., 2011).

Nas décadas de 1970 e 1980, os pesquisadores Raul Soares Moreira, do Instituto Agrônomo, e João Adelino Martinez, do Instituto Biológico, ministraram diversos cursos sobre bananicultura, em todas as regiões do Brasil, difundindo a tecnologia disponível na época. Nas décadas de 1980 e de 1990, a Cooperativa Cotia desenvolveu um importante trabalho na melhoria da qualidade da fruta do Vale do Ribeira exportada para o mercado platino (LICHTENBERG et al., 2011).

Desta forma, conclui-se que a história da banana no Brasil registra que foi no estado de São Paulo que as pesquisas brasileiras com essa fruteira tiveram início, com a primeira coleção de bananeiras instalada em 1925, pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em Campinas (CORTEZ et al., 2017).

No estado de São Paulo, a produção de banana está concentrada na região do Vale do Ribeira e Litoral Sul (EMBRAPA, 2019), sendo a principal região fornecedora do produto para os mercados interno e externo (PINO et al., 2000). Caracterizado pelo cultivo em propriedades de pequeno porte, importante na geração de emprego e renda, e fixação do homem no campo. De maneira geral, os bananicultores familiares localizam-se nos morros e serras enquanto os produtores de maior porte ocupam predominantemente as várzeas. Essas áreas, situadas ao longo do Rio Ribeira, estão sujeitas a inundações periódicas que submergem os bananais por vários dias, quando não destruindo as touceiras, afetando o seu ciclo vegetativo (NOMURA et al., 2013).

A cultura é conduzida com diferentes sistemas de produção, de acordo com a localização da cultura na várzea ou no morro e conforme a adoção ou não de pulverizações contra a doença, conhecida como “*mal de sigatoka*”. *Sigatoka-amarela* é uma das mais importantes doenças da bananeira, sendo também conhecida como cercosporiose ou mal-de-Sigatoka. Apresenta distribuição endêmica no País,

causando perdas que reduzem, em média, 50% da produção. A *Sigatoka-amarela* é causada pelo fungo *Mycosphaerella musicola* Leach. Três elementos associados ao clima - chuva, orvalho e temperatura - são fundamentais para que ocorra infecção, produção e disseminação do inóculo (PINO et al., 2000).

Os dados de entradas de banana no Entrepasto Terminal de São Paulo (CEASA) indicam que, entre aquelas originárias do próprio Estado, predominam amplamente as variedades *nanica* e *nanicão* (80% do total), seguidas pelo cultivar *prata* (13%) e *maçã* (7%) (PINO et al., 2000). Na região do Vale do Ribeira, segundo ABAVAR (Associação dos Bananicultores do Vale do Ribeira) (2019) os bananicultores empregam diretamente aproximadamente 25.000 trabalhadores, distribuindo no ano de 2014 aproximadamente R\$ 325.000,00 (trezentos e vinte e cinco milhões de reais) em salários diretos aos seus colaboradores. Indiretamente 100.000 trabalhadores estão envolvidos na cadeia produtiva da banana, sendo esta atividade empresarial, o principal eixo da economia do Vale do Ribeira.

No ano de 2015, a 5ª FEIBANANA - Feira da Bananicultura, foi realizada na sede da Associação dos Bananicultores do Vale do Ribeira – ABAVAR, movimentou em negócios entre empresas pertencentes a cadeia produtiva da banana e bananicultores, aproximadamente R\$ 20.000,00 (vinte milhões de reais) (ABAVAR, 2019).

4.10 O Vale do Ribeira

O vale do Ribeira tem mais da metade de sua população habitada na zona rural. Conhecida como uma área de valor cultural e histórico, a região concentra a maior área contínua de Mata Atlântica do Brasil, tendo mais de 50% de sua área dentro de Unidades de Conservação. A regularização fundiária é ainda hoje um problema na maioria das comunidades, que não têm a propriedade das suas terras ocupadas. A região é ocupada por caiçaras, ribeirinhos, índios e quilombolas, que são suas populações tradicionais (DELANEZ et al., 2013).

No século XVI, a região encontrava-se povoada por colonos europeus, que mantinham a economia extrativista e agrícola do país através de escravos índios e/ou negros. A mão-de-obra escrava destacou-se no Vale principalmente durante a mineração do ouro às margens do rio Ribeira de Iguape, na qual originou-se a primeira cidade no interior do Vale, hoje conhecida como Eldorado (DELANEZ et al., 2013).

Ex-escravos que permaneceram na região ocuparam as terras e desenvolveram agricultura de subsistência e comércio, e atualmente possui o maior número de comunidades remanescentes de quilombos do estado de São Paulo, sendo por volta de 25 grupos. Na região há vários grupos de artesãos, como os grupos de *Ivaporunduva* e *Sapatu*, comunidades tradicionais locais, que trabalham com a fibra de bananeira, utilizando teares manuais e outras técnicas como cestaria, para elaboração de artesanatos (DELANEZ et al., 2013).

A tecelagem manual é considerada uma das artes mais antigas do mundo, e surgiu entre os homens como forma de proteção. Alguns historiadores confirmam que se manifestou inicialmente em diversos momentos do período Paleolítico em cavernas na Criméia, onde “foram encontrados teares fabricados com placas de osso crivadas por pequenos orifícios”. Outros registros apontam este surgimento no final do período Mesolítico, cerca de 5000 A.C. (LUNA et al., 2016).

Cultura é “o conjunto de tudo aquilo que, nos planos material e espiritual, o homem construía sobre a base da natureza, quer para modificá-la, quer para modificar-se a si mesmo” (REALE, 2000, p. 25 apud CARVALHO, 2010).

O conhecimento tradicional é constituído de práticas, conhecimentos empíricos, costumes passados de pais para filhos e crenças das comunidades tradicionais que vivem em contato direto com a natureza. Resulta de um processo feito ao longo do tempo por acumulação informal. O conhecimento tradicional é, portanto, um patrimônio da sociedade, de caráter difuso, isto porque pertence a toda comunidade que, por sua vez, deve beneficiar-se com sua exploração (SANTOS, 2010).

Diegues (2000) explica que as culturas e sociedades tradicionais se caracterizam pela dependência e até simbiose com a natureza, pelo conhecimento aprofundado da natureza e de seus ciclos que se reflete na elaboração de estratégias de uso e de manejo dos recursos naturais, transferidas de geração em geração por via oral, noção de território ou espaço onde o grupo social se reproduz econômica e socialmente, moradia e ocupação desse território por várias gerações, importância das atividades de subsistência, reduzida acumulação de capital, importância da unidade familiar, doméstica e das relações de parentesco para o exercício das atividades econômicas, sociais e culturais, simbologias, mitos e rituais associados à caça, a pesca e atividades extrativistas, tecnologia relativamente simples e de

reduzido impacto sobre o meio ambiente, pequena divisão técnica e social do trabalho, cujo produtor domina o processo até o produto final, fraco poder político, identificação com uma cultura distinta das outras.

4.10.1 As heranças caiçaras e indígenas

Os ancestrais da herança Tupi, que ajudam a formar o que nós qualificamos por *caiçara*, atualmente. A herança advinda desses habitantes deixa marcas importantes até hoje na atual comunidade do litoral. Vários autores: Almeida (1945), Mussolini (1980), Diegues (1983) e outros afirmam que as características caiçaras são advindas do índio.

Além do trançado, o índio brasileiro também transformou fibras em fio e tecidos, cultivando o algodão, fiando e tecendo também folhas de palmáceas e bromélias, torcendo a fibra sobre a coxa em movimento de vai-e-vem, ou empregando o fuso, no caso dos flocos de algodão, em movimentos de rotação (FINKIELSZTEJN, 2006).

Em regiões da América do Sul, as matérias-primas utilizadas para a construção de habitações indígenas são pouco diversas, sendo os meios de adaptação, ecológicos, sociais e religiosos os diferenciais, ricos em detalhamento percebidos em suas unidades habitacionais, construções temporárias ou rituais. Através das habitações, preservam conhecimentos sobre suas relações com o meio físico e social (FINKIELSZTEJN, 2006).

Uma dessas características é a arte têxtil indígena, que se divide em três técnicas: (i) a tecelagem, empregando fios, com ou sem implementos de aparelhos; (ii) o trançado de fibras vegetais, que conta com grande habilidade manual; e (iii) a arte plumária, que tem diferentes técnicas de aplicação de uma colorida fauna ornitológica (CAÚRIO, R., 1985 apud SEDOGUCHI et al., SD).

A tecelagem é usada para confecção de tecidos para o conforto, pesca, transporte, vestuário e adorno. A rede de dormir é comum a quase todos os grupos indígenas. É o tecido mais trabalhado e de maior tamanho que atinge alto grau de elaboração técnica e estética, superando a utilidade funcional dos objetos. A tecelagem pode ser dividida em trabalhos em malhas e tramas. Nos trabalhos em malha, é usado um único fio, feito com agulhas ou com as mãos, como crochê e tricô. Nos trabalhos em trama se utiliza o tear, que mantém os fios tensos e organizados (SEDOGUCHI et al., SD).

A base da economia caiçara, assim como a indígena, era caracterizada pela pesca, caça, coleta e plantio. O homem caiçara, assim como o índio, utiliza os recursos tirados da própria natureza para fazer seus objetos e instrumentos de trabalho. Outra característica caiçara que se assemelha ao seu ancestral indígena é a maneira não predatória com que se relaciona com a natureza. O mangue é um espaço explorado pela comunidade caiçara. Retiravam dele a madeira seca para queimar, madeira para fazer artesanato (taboa, embira, madeira para fazer tear). Respeitar a mata, respeitar o mar, respeitar o rio é uma atitude lógica que permeia o comportamento de todas as populações ditas tradicionais (caiçara, camponesa e ribeirinha) que por sua vez receberam esse conhecimento das culturas indígenas. Crenças e valores permeiam o cotidiano do caiçara em relação à manipulação da natureza. Espaços que são tidos como perigosos por ter neles seres sobrenaturais, encantados que punem os homens devido ao abuso cometido (PAES, 2010).

Os caiçaras durante a sua história de ocupação, estabeleceram uma profunda relação de dependência com os ambientes à sua volta e isso fez com que eles conquistassem também um grande conhecimento sobre esses mesmos ambientes, que foi passado aos mais novos e ainda é preservado em alguns poucos lugares. Alguns grupos conseguiram manter essa relação e outros mudaram muito pouco até os dias atuais, como algumas comunidades tradicionais caiçaras (SANTOS, 2013).

Eles transmitem os seus diversos saberes de uma geração para outra além de manterem uma forte ligação com a Mata Atlântica, bioma onde ocorre a presença dessas comunidades. Muitas delas se mantiveram assim em função de um certo isolamento em relação ao desenvolvimento urbano e industrial e isso garantiu que a sua cultura fosse pouco alterada (Diegues 2004, p. 22 apud SANTOS, 2013).

A região do vale do Ribeira foi também a primeira região brasileira de imigração japonesa. Em 1908, o navio Kasato-maru marca a vinda ao Brasil trazendo cerca de 781 imigrantes, na qual a sua grande maioria advinda da região da província de Okinawa, e em segundo lugar por concentração de pessoas, 172 pessoas provenientes da província de Kagoshima. Esses imigrantes foram enviados a fazendas de café como proprietários de terra e promovendo a agricultura familiar (HIJIOKA, 2015; DAIGO). No Vale do Ribeira, no caminho de São Paulo para o Paraná, em 1913, surgiu um dos primeiros núcleos de imigrantes, batizado de Iguape, composto por Registro, Sete Barras e Katsura (Gipuvura). Em 1917 já havia na região 1.060 famílias, totalizando 5.121 pessoas (NIPPO, 2020).

4.11 Princípios e relações entre o artesanato e design

No contexto de buscar um entendimento dos princípios e relações entre o Artesanato e o Design, no intuito a contribuir para o uso da fibra de bananeira em produtos com design, este trabalho procurou organizar cronologicamente as definições e diversos autores sobre a relação e importância dos temas propostos. Neste sentido, Freitas (2017) descreve a importância do artesanato desde suas origens nas necessidades do indivíduo de se expressar, se alimentar, de se proteger, no cotidiano dos povos, desde os indivíduos mais primitivos. Na Grécia, século V a.C., o trabalho artesanal era definido como artes industriais e neste período predominavam as indústrias domésticas. Entre os Séculos XII e XV, (na era das corporações e ofícios), houve uma grande expansão da atividade artesanal, com destaque ao papel do intermediário, ou mercador, assumindo o ciclo de comercialização das peças artesanais (PEREIRA, 1979 apud FREITAS, 2017).

O artesanato teve uma grande contribuição para o desenvolvimento da manufatura, e esta, contribuiu para a marginalização do artesanato diante do processo de modernização da produção das sociedades pré-capitalistas. A atividade artesanal Brasil Colônia, se diversificou e se desenvolveu de acordo com as demandas e oportunidades da época, como nas necessidades locais de aldeias, vilarejos e fazendas, que posteriormente, com a urbanização, este artesanato encontra mais condições de atuação e de aprimoramento. Nesse processo civilizatório, Portugal teve um papel nas contribuições estéticas, produtivas e educativas dos mestres e artistas vindos oriundos daquele país. Com a industrialização, o artesanato passa a ser visto não mais um ofício, mas relacionado à uma atividade ligada ao folclore, à cultura popular, ou como trabalhos de presidiários e *hippies*, com exclusão da dimensão do trabalho, e com isto, o desaparecimento ou novas configurações de algumas destas atividades (PEREIRA, 1979;1999 apud FREITAS, 2017).

Neste sentido, vale ressaltar a definição consistente do que são considerados hoje os produtos artesanais, segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO:

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, 1997 apud, BORGES, 2011).

Esse entendimento auxiliou na definição e base do que vem a ser artesanato ou produtos artesanais aqui no Brasil, com ampla discussão promovida pelo Programa do Artesanato Brasileiro do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – PAB/MDIC e pelo SEBRAE. Em 2004 foi publicado o Termo de referência do Programa SEBRAE de Artesanato, atualizado em 2010, e neste mesmo ano foi publicado a Portaria nº 29, pelo MDIC (BRASIL, 2010), (SEBRAE, 2010), que em 2018 foi revogada e entrou em vigor a Portaria nº 1.007-SEI, de 11 de junho de 2018, elaborada pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços/Secretaria Especial da Micro e Pequena Empresa, que dentre de outros assuntos, a atualização da base conceitual do artesanato brasileiro, de modo a padronizar e estabelecer os parâmetros de atuação do Programa do Artesanato Brasileiro - PAB em todo o território nacional (PAB, 2020). Essas publicações, definiram a classificação das várias categorias de produção artesanal que temos hoje. Entre as categorias estão:

a) Arte Popular: *caracteriza-se pelo trabalho individual do artista popular, arteção autodidata, reconhecido pelo valor histórico e/ou artístico e/ou cultural, trabalhado em harmonia com um tema, uma realidade e uma matéria, expressando aspectos identitários da comunidade ou do imaginário do artista;* b) Artesanato Tradicional: *a produção, geralmente de origem familiar ou comunitária, que possibilita e favorece a transferência de conhecimentos de técnicas, processos e desenhos originais, cuja importância e valor cultural decorrem do fato de preservar a memória cultural de uma comunidade, transmitida de geração em geração;* c) Artesanato Indígena: *é resultado do trabalho produzido por membros de etnias indígenas, no qual se identifica o valor de uso, a relação social e a cultural da comunidade, sendo os produtos, em sua maioria, incorporados ao cotidiano da vida tribal e resultantes de trabalhos coletivos, de acordo com a divisão do trabalho indígena. O Selo Indígenas do Brasil, instituído pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (Portaria Interministerial nº 2, de 3 de dezembro de 2014) para valorizar e identificar a origem indígena dos produtos, é sinal distintivo aplicável ao produto artesanal indígena;* d) Artesanato de Referência Cultural: *produção artesanal decorrente do resgate ou da releitura de elementos culturais tradicionais nacionais ou estrangeiros assimilados, podendo se dar por meio da utilização da iconografia (símbolos e imagens) e/ou pelo emprego de técnicas*

tradicionais que podem ser somadas à inovação; dinamiza a produção, sem descaracterizar as referências tradicionais locais; e) Artesanato Contemporâneo- Conceitual: produção artesanal, predominantemente urbana, resultante da inovação de materiais e processos e da incorporação de elementos criativos, em diferentes formas de expressão, resgatando técnicas tradicionais, utilizando, geralmente, matéria-prima manufaturada reciclada e reaproveitada, com identidade cultural. f) Artesanato Quilombola: é resultado do trabalho produzido coletivamente por membros remanescentes dos quilombos, de acordo com a divisão do trabalho quilombola, no qual se identifica o valor de uso, a relação social e cultural da comunidade, sendo os produtos, em sua maioria, incorporados ao cotidiano da vida comunitária. O Selo Quilombola, instituído pela Secretaria de Políticas de Promoção da Igualdade Racial (Portaria nº 22, de 14 de abril de 2010) para certificar a origem de produtos feitos por integrantes de comunidades quilombolas, é sinal distintivo aplicável ao produto artesanal quilombola;

A portaria cita ainda 59 tipos de técnicas artesanais, e na seção I. Da profissão do artesão, descreve: Art. 8º parágrafo 5º *Não é ARTESÃO aquele que: II. somente realiza um trabalho manual, sem transformação da matéria-prima e fundamentalmente sem desenho próprio, sem qualidade na produção e no acabamento; III- realiza somente uma parte do processo da produção, desconhecendo o restante; Seção I. Da Atividade Artesanal: 6º Não é ARTESANATO: IV - Habilidades aprendidas através de revistas, livros, programas de TV, dentre outros, sem identidade cultural;* considera, ainda, que os produtos artesanais classificam-se, conforme a finalidade; adornos, acessórios e vestuários; decorativos; religiosos/místicos; profanos.

Contudo, para Carniatto (2018) essa multiplicidade de formas de artesanato encontradas atualmente no Brasil é resultado de um processo de desenvolvimento do capitalismo que evidenciou as diferenças sociais e a exclusão do trabalhador do mercado formal. Para esta afirmação, cita Mendes e Queluz (2005):

O artesanato vem sendo utilizado como uma estratégia para manter o equilíbrio do sistema capitalista, alocando no setor artesanal milhares de cidadãos excluídos do mercado formal, que foram marginalizados no processo de desenvolvimento por não se inserirem nas novas relações de produção e do mundo globalizado (MENDES; QUELUZ, 2005).

e Marinho (2007):

Na atualidade, as necessidades econômicas têm induzido o crescimento do número de pessoas que vivem do artesanato.

Despojados dos seus meios de produção, como a terra, subsistem confeccionando objetos muitas vezes desprovidos de valor estético ou econômico, mas que suprem, ainda que de maneira precária, suas necessidades materiais e existenciais (MARINHO, 2007).

Design, uma palavra de origem latina (*designáre*) que significa marcar, indicar, ou, simplesmente, designar¹. Para Eguchi e Pinheiro (2011), existem controvérsias de autores sobre a origem histórica do design. Alguns consideram que o design é herdeiro de toda uma tradição que data à Pré-história, ou seja, do homem inventou as primeiras próteses para o seu contato com o mundo externo (BÜRDEK, 2006), ou que o design deriva de certo tipo de artesanato feito às vésperas da Revolução Industrial e a terceira, e mais aceita visão segundo o autor, que percebe o design como um produto tipicamente industrial e, portanto, não pode existir antes da Revolução Industrial, datada aproximadamente entre os anos 1760-1830 (DENIS, 2000; DE FUSCO, 2005).

E o que é design? Segundo Dorfler (1978) em seu livro "*O Design Industrial e a sua Estética*" existem diferenças entre o produto feito por um designer e um produto feito por um artesão e um artista. Dorfler (1978) diz que não se deve generalizar tudo que é produzido pelo homem como sendo um produto de design. No design existe o caráter de produção mecanizada em série diferentemente da produção artesanal, feito à mão, mesmo que parte deste processo de produção sofra algumas intervenções da máquina, e descreve que os objetos provenientes da produção artesanal não são idênticos entre si, sempre haverá algo que o diferencie. E esta diferença é a essência da forma artística. Nos processos de design, esta diferença é considerada erro de fabricação, portanto, invalidam o processo de produção. Para Dorfler (1978, p.23) "*A obra do artista, na peça de artesanato, explica-se no final da execução, ao passo que na peça industrial se explica no início*".

No contexto de tentar entender o papel do design e suas definições, buscamos a visão segundo a Organização Mundial de Design (WDO²), que descreve que a

¹Flusser reconhece em design o *sign*, derivado do radical latino *signum*, que se tornou, em alemão, *Zeichen* (signo, desenho). Seu significado teria estreitas relações com "esquema maligno, fraude, plano, conspiração", uma vez que o objetivo de todo design é acrescentar valores ao material, valores estes próprios da cultura, em oposição à natureza. (FLUSSER, 2002; 2007 apud EGUCHI; PINHEIRO, 2011).

² A Organização Mundial de Design era anteriormente conhecida como *International Council of Societies of Industrial Design* (ICSID). Fonte: WDO (2020).

definição sobre o que é Design Industrial sofreu alterações e evoluções ao longo do tempo, e esclarece de forma cronológica o histórico de definição do que é Design Industrial. A WDO (2020) relata que as primeiras definições surgiram em 1959, no Congresso e Assembleia Geral do *International Council of Societies of Industrial Design* (ICSID), em Estocolmo. Um congresso restrito apenas aos membros da ICSID. Foi nessa ocasião que a Constituição da ICSID foi adotada oficialmente, juntamente com a primeira definição de desenho industrial, que dizia o seguinte:

Um designer industrial é aquele qualificado por treinamento, conhecimento técnico, experiência e sensibilidade visual para determinar os materiais, mecanismos, forma, cor, acabamentos de superfície e decoração de objetos que são reproduzidos em quantidade pelos processos industriais. O projetista industrial pode, em momentos diferentes, se preocupar com todos ou apenas alguns desses aspectos de um objeto produzido industrialmente. O designer industrial também pode se preocupar com os problemas de embalagem, publicidade, exibição e marketing quando a resolução de tais problemas exigir apreciação visual, além de conhecimento e experiência técnicos. O projetista de indústrias ou ofícios de artesanato, em que os processos manuais são utilizados para a produção, é considerado designer industrial quando as obras produzidas em seus desenhos ou modelos são de natureza comercial, são feitas em lotes ou em quantidade, e não são obras pessoais do artista artesão (WDO, 2020).

Para WDO (2020), o crescimento no quadro de outros países não capitalistas como membros da ICSID na década de 1960, mudou um pouco essa perspectiva da ICSID, que sai de uma característica de organização um tanto insular para ser uma organização inclusiva e verdadeiramente voltada para o exterior transcendendo as fronteiras políticas. Esta conexão trouxe a possibilidade de encontros, trocas e aprendizados entre designers industriais de todas as origens. Esse contato auxiliou para a revisão e definição de Design Industrial:

A função de um projetista industrial é dar tal forma a objetos e serviços que tornem a conduta da vida humana eficiente e satisfatória. A esfera de atividade de um projetista industrial atualmente abrange praticamente todos os tipos de artefatos humanos, especialmente aqueles produzidos em massa e acionados mecanicamente (WDO, 2020).

Essa nova definição amplia a estrutura e diversifica o foco do ICSID. A partir de 1963, o Icsid recebeu uma consultoria da UNESCO, e a partir disso surgem vários projetos colaborativos usando o design para melhorar a condição humana. Em 1969, uma terceira definição de desenho industrial foi proposta por Tomas Maldonado, com a seguinte redação:

O design industrial é uma atividade criativa cujo objetivo é determinar as qualidades formais dos objetos produzidos pela indústria. Essas qualidades formais não são apenas as características externas, mas principalmente as relações estruturais e funcionais que convertem um sistema em uma unidade coerente, tanto do ponto de vista do produtor quanto do usuário. O design industrial se estende para abranger todos os aspectos do ambiente humano, condicionados pela produção industrial (WDO, 2020).

Ao analisar a relação entre o Design e Artesanato, Adélia Borges (2011) afirma, que *“a intervenção adequada consiste, muitas vezes, em apenas ajudá-lo a ver, a aperfeiçoar aquilo que faz, mas sempre respeitando a sua essência”*, e esse *“pressuposto básico da aproximação entre designer e artesãos deveria ser o respeito, conquistado pela troca de conhecimento”*. Neste sentido, romantizar o trabalho social não deve ser requisito para que a comunidade possa aderir a um projeto e a aproximação do *design* com o artesanato precisa sempre ser ponderada, mesmo que em muitos casos tenha resultados positivos para os artesãos (SANTANA, 2013).

Bonsiepe (2005) descreve que a ‘solução inteligente de problemas’, do rapidamente obsoleto, da ‘boutiquização’ do mundo dos objetos, é evocado nos termo “designer” na moda, com grandes variedades de produtos de consumo, com resultado disto, ‘design’ na opinião pública se identifica com envoltórios: a carcaça de um computador; o corpo de uma lapiseira; a armação de óculos.

Contribui também para esta análise, a dissertação de Abbonizio (2009) *“Aproximação teórico das intervenções no artesanato com os princípios pedagógicos de Paulo Freire: caminhos para uma prática emancipatória”*. O autor faz uma extensa reflexão sobre as intervenções e relação entre o artesanato e o design, cita Cabral (2007) ao enfatizar temas como a dissociação dos fatores socioculturais dos artesãos e seus objetos são observadas nas intervenções que não tomam a realidade de cada contexto em sua totalidade, e que os *momentos de mediação* entre os saberes dos atores designers e artesãos ao assumirem *diálogos*, possibilitaria a não ruptura com as condições materiais e simbólicas da produção artesanal. Ainda neste sentido a pesquisa de Abbonizio (2009) relata que não existe um consenso entre pesquisadores, instituições governamentais e não governamentais sobre este assunto, mas a intervenção pode ser vista como um processo de interação entre indivíduos com seus saberes, que neste espaço de trocas podem construir novos conhecimentos. Abbonizio (2009) descreve que a lógica na sociedade capitalista industrial é diferente dos grupos

artesanais, e que os critérios para “avaliar” aspectos, por vezes subjetivos, atendem aos interesses de seus sujeitos-atores. Neste sentido, reforça a necessidade de considerar os impactos que essas intervenções podem provocar nestes indivíduos com seu ofício, ao alertar que algumas críticas apontam que certas estratégias em inovações de produtos artesanais, pode afetar as características estético-simbólicas, as práticas sociais nos contextos envolvidos, o que resultariam na perda de identidade e de valor cultural.

4.12 Histórico do uso da palha de bananeira no Brasil

Os primeiros passos para o reaproveitamento da fibra de bananeira no Brasil, surgiu do “*Projeto de Aproveitamento do Resíduos da Agroindústria da Banana no Vale do Ribeira – SP*”, realizado a partir de 1991 pela ESALQ/USP a pedido do CODIVAR (Consórcio de Desenvolvimento, Tecnologia e Desenvolvimento dos Municípios do Vale do Ribeira) e financiado pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento do Estado de São Paulo (GARAVELLO, 2002; 2005; 2009).

Neste projeto, formado por uma equipe multidisciplinar, envolvendo, inicialmente, as áreas, artesanal, têxtil, alimentação animal e humana, e de construção civil. Buscou-se desenvolver tecnologias de diferentes complexidades e diferentes níveis de investimento reaproveitando os resíduos da bananeira, visando tanto o pequeno e médio produtor, como produtores maiores ou cooperados, eventualmente associados a um empreendimento industrial de maior complexidade (GARAVELLO, 2005; 2009).

O artesanato com fibra de bananeira, dentre as alternativas desenvolvidas, foi o que possuiu maior eficiência em relação ao custo e a facilidade de implantação (SANTOS, 2005). A proposta do artesanato com a fibra de bananeira pautou-se na disponibilidade desse recurso, que é abundante na região; a substituição de outras matérias primas para fabricação de artesanato que são retiradas da mata (cipó e madeira, por exemplo), pela fibra de bananeira, possibilitando a redução de impactos ambientais em áreas florestais; a possibilidade de geração de renda alternativa à extração do palmito (*Euterpe edulis*); o resgate de técnicas artesanais já utilizadas entre a população alvo, o que permite viabilizar uma solução compatível com a prática cotidiana, as representações e o modo de vida local; a geração de renda complementar, elevando a qualidade de vida da população considerada (GARAVELLO, 2009).

Aplicado no Vale do Ribeira, a região do Estado de São Paulo com os mais baixos índices sociais, o projeto realizado por pesquisadores da ESALQ-USP estava inserido num contexto de política pública estadual, que visava a criação de alternativa tecnológica viável para a superação de questões relacionadas aos resíduos gerados pela agroindústria da banana, a maior do estado de São Paulo e uma das maiores do país, e o desenvolvimento da população local que passava por restrições por via legais do extrativismo ambiental. O projeto pretendia, numa perspectiva de ecodesenvolvimento, auxiliar em melhorias nas condições de subsistência da população local, propondo soluções ambientais sustentáveis, priorizando a ocupação e renda, adequada do ponto de vista cultural (GARAVELLO, 2002; 2005; 2009). Hoje, pode-se analisar a importância deste projeto, ao analisar por exemplo os dados da Assessoria de Imprensa do Programa de Artesanato Brasileiro (PAB, 2020), que relatam a existência de cerca de 8,5 milhões de artesãos no Brasil. De acordo com o SEBRAE (SANTOS; SOUZA, 2016 apud CARMO, 2011), o setor movimenta cerca de R\$ 28 bilhões ou 2,8% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, e supera as indústrias tradicionais como as dos setores de bebidas, vestuário e aproximando-se as indústrias do setor automobilístico, essa responsável por pouco mais de 3% do PIB.

Para introdução do projeto realizado pela ESALQ-USP, levou-se em consideração também o baixo custo de implantação, requerendo pouca qualificação dos artesãos, apresentando apelo comercial, em especial quando vinculado ao turismo. Vale ressaltar sobre o aspecto do resgate de técnicas artesanais e culturais locais, na qual o projeto baseou-se, uma vez que a população foco já possuía familiaridade com o trançado da palha que também era utilizado, como por exemplo, na corda de fumo e na réstia do alho, além da utilização já comumente de técnicas artesanais para a fabricação de peneiras e cestos para uso próprio (GARAVELLO, 2005; 2009).

Sendo assim, as técnicas de trançado utilizados para a fabricação de artesanato com a fibra de bananeira já eram parte da cultura da população local, sendo adaptadas às condições do material (GARAVELLO, 2009). A partir de então, realizou-se testes em laboratório utilizando a fibra de bananeira para a realização das técnicas de trançado já praticadas pelos artesãos do Vale do Ribeira, bem como foram realizadas adaptações do uso desse material para a produção artesanal a partir da tecelagem (com o uso de tear) (BOTELHO, 2018).

Para a realização dos cursos de capacitação, divulgação dessa nova modalidade de artesanato e consequente repasse das técnicas de trabalho artesanal utilizando a fibra de bananeira, buscou-se contato com órgãos de poder municipais, órgãos governamentais e não governamentais. Em 1997 deu-se início aos primeiros cursos de capacitação nos municípios do Vale do Ribeira (GARAVELLO, 2002; 2005; 2009).

Posteriormente foi acompanhado de forma esporádica pela equipe da ESALQ, com propósito principal de resolução de problemas específicos relacionados ao trabalho artesanal. A partir de 2001, a gestão municipal deu impulso nas atividades, oferecendo cursos de artesanato nos bairros. Houve apoio de parceiros da área do artesanato, gestão, como a SUTACO, Unisol, Sebrae e prefeituras locais, que foram cruciais para a expansão do projeto (BOTELHO, 2018 apud GARAVELLO, 2009).

Foram 30 cursos oferecidos para aproximadamente 450 pessoas através de um programa de capacitação para geração de renda nos bairros mais carentes. Destes cursos, seis eram com a utilização de fibra de bananeira para artesanato, envolvendo aproximadamente 80 pessoas. A resposta da população à proposta do artesanato com fibra de bananeira foi expressiva, considerando-se sua difusão e expansão em várias partes do país. No período de 1997 até 2003, foram oferecidos 43 cursos sobre a palha de bananeira, com 605 participantes, 211 cursos de aperfeiçoamentos, nas cidades do Vale do Ribeira, interior de São Paulo, Rio de Janeiro, Amapá, Pernambuco, Fortaleza, entre outros (GARAVELLO, 2002; 2005; 2009).

5. METODOLOGIA

5.1 Estrutura do projeto, concepções filosóficas, métodos de pesquisa

Para Slife e Williams (1995), mesmo que as concepções filosóficas permaneçam ocultas na pesquisa, ainda sim influenciam sua prática e precisam ser identificadas. Para tal, esta proposta de trabalho explicita as ideias filosóficas mais abrangentes adotadas. A Intenção do estudo é reduzir as ideias num conjunto pequeno e distinto a serem testadas, como as variáveis que compreendem as hipóteses e as questões a serem testadas. Apesar de concepções *reivindicatórias* e *participativas* serem tipicamente encontradas na pesquisa qualitativa, este estudo a utiliza como base, possibilita *voz aos participantes*, sugere *mudanças práticas* e cria um *debate político* sobre o tema (KEMMIS e WILKINSON, 1998). Como proposto por Creswell (2010), a **Figura 31** ilustra esta interconexão das concepções, estratégias e métodos de pesquisa deste estudo:

Figura 31. Estrutura do projeto – interconexão das concepções, estratégias de investigação e métodos de pesquisa.

Fonte: adaptado de CRESWELL, 2010.

5.1.1 Levantamentos, amostragens e desenho do projeto

Nos processos de revisão de literatura vertical e horizontal, foi observado que autores como Meena e Kulkarni (2017); Mceachram (2015); Obmerga (2014); Vellaichamy (2017); Ortega (1996); Sarma e Deka, (2016); Garavello (2010); Cruz e Fanguero (2016), trazem uma visão ampla do estudo da fibra de bananeira para fins têxteis e outras aplicações. No Brasil, a pesquisadora Maria Elisa de Paula Eduardo Garavello da ESALQ USP, é uma das precursoras sobre pesquisas de fibra de bananeira, na qual une a temática a ser pesquisada junto a comunidades do vale do Ribeira e etnias de herança cultural. Diante disto, essa autora será um referencial para embasar os dados referentes ao tema proposto, com participação neste projeto como coorientadora. Diversos artigos têm dado atenção ao tema. O **Quadro 6** evidencia o interesse sobre os temas relacionados as diversas aplicações da fibra de bananeira na indústria têxtil e outras áreas técnicas.

Quadro 6. Elaborado pelo autor, com base em pesquisa realizada no Scopus, utilizando as palavras-chaves: “textiles”; “banana fiber” e “abaca” em 15/03/2018.

Periódico	Assunto	Autor/Ano
Biocatalysis and Biotransformation	Aplicações Têxteis para tratamento de água	KOHLI; GUPTA, 2018.
Smart Innovation, Systems and Technologies	Têxteis técnicos para reforço de matrizes poliméricas	ORTEGA et al., 2017.
Biobased Materials and Bioenergy	Compósitos Fibrocimento Biocompósitos	VALÁŠEK et al., 2018; ARDANUY et al., 2015
Composites Science and Technology	Compósitos	BLEDZKI et al., 2012
Biomass and Bioenergy: Processing and Properties	Usos: industrial, têxtil e outras aplicações	SHAHRI et al., 2014.
Têxtil Outlook International	Indústria têxtil e Vestuário	SAHEED, 2014.
Polymers from Renewable Resources	Características Tênséis, térmicas, morfológicas e estruturais.	DE SOUZA; D'ALMEIDA, 2014
Radiation Physics and Chemistry	Tecido-não-Tecido (TNT) aplicado à radiação	MADRID; UEKI; SEKO, 2013.
Colourage	Têxteis não convencionais	ANILA, 2013
Man-MadeTextiles in India	Tingimento natural	SINGH; FÁTIMA; GROVER, 2010
Chemistry Central Journal	Tingimento têxtil, validação.	WILSON, et al., 2012
Textiles South East Asia	Produtos têxteis não tradicionais	ALABASTRO, 2010
Colourage	Indústria Têxtil – processamento	MAHAPATRA, 2009.
Asian Textile Journal	Têxteis naturais não tradicionais: Produções e aplicações	GAYATHRI; BALA, 2006
Advanced Composites Bulletin and High-Performance Textiles	Aplicações na indústria automotiva.	BACKEWELL, 2019,

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

5.1.2 Pesquisa bibliográfica em base de dados de literatura científica

A pesquisa bibliográfica foi efetuada em bases internacionais tais como *Web of Science* e *Scielo*, Banco de Teses da Universidade de São Paulo – USP. Foi feita pesquisa no *Web of Knowledge* com as palavras chaves: “*banana fiber*” and “*textiles*” no dia quatro de outubro de 2018 e resultou em 04 artigos. Diante disto, foi feito a pesquisa na base de dados da plataforma *Scopus* com as mesmas palavras chaves, nas quais resultaram em 45 resultados. Para explorar as questões deste trabalho acadêmico, é empregado o uso da Teoria de metodologia qualitativa, descrito por Creswell (2010). Para análise de pesquisa, este trabalho utiliza como suporte aos testes laboratoriais (quantitativos) a teoria de beneficiamento e processamento da fibra de bananeira proposto por Ortega (1996) e testes de otimização para o processo de beneficiamento à produtos têxteis através de normas técnicas laboratoriais³ com análise padrão de fibras naturais de fibras longas: banana, juta, sisal (SMOLE et al., 2013), utiliza inclusão dos dados teóricos encontrados na prática artesanal da fibra em estudo (GARAVELLO, 2005), juntamente com a pesquisa de campo na comunidade do Vale do Ribeira, São Paulo, especificamente com o grupo de artesãs da Associação *Ivaporunduva*.

5.1.3 Propósito da pesquisa

*Relatar o processo de extração e beneficiamento da fibra de bananeira pela comunidade Ribeirinha do Quilombo de Ivaporunduva (Vale do Ribeira - SP). Para tal parte do problema de pesquisa: Como são feitos os processos de extração, beneficiamento e aplicações têxteis da fibra de bananeira nas comunidades ribeirinhas do Brasil e como melhorar ou criar processos de forma sustentável. Com base nas propostas de Caniato, Doran, Sousa e Boer (2017, p. 1849-1852), Fleury (2018, p. 38) e Bernardes, Muniz Jr. e Nakano (2019), o **Quadro 7** ilustra a visão geral do processo de pesquisa:*

³ ABNT NBR 8428 de 1984; BAYER-FIBRAS 100%, 2005; CONTROLE QUALIDADE – Protocolos de Testes Físicos, 2001; RIBEIRO; ANDRADE FILHO, 1987; ARAÚJO e CASTRO, 1984; NORMA ISO 1973-1995; ASTM D 3 822-2001; NORMA ISO/TR 6741-4: 1987; ABNT NBR 13 538-1995; NORMA ABNT NBR 12984:2000; NORMA ABNT NBR 13371:2005.

Quadro 7. Propósito de pesquisa baseado nas propostas de Caniato, Doran, Sousa e Boer (2017, p. 1849-1852), Fleury (2018, p. 38) e Bernardes, Muniz Jr. e Nakano (2019).

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

5.1.4 Questões da pesquisa

A partir do problema de pesquisa observado na metodologia, formulam-se as questões de pesquisa:

Questão de pesquisa: qual a potencialidade da fibra de bananeira para produtos têxteis sustentáveis?

Questão de pesquisa: quais são as soluções sustentáveis e aplicações têxteis da fibra de bananeira no mundo?

Questão de pesquisa: quais as características físico-químicas da fibra de bananeira? E como essas propriedades se relacionam com as demais fibras têxteis?

Questão: como melhorar a solidez da cor no processo de tingimento da fibra de bananeira com corantes naturais?

Questão: Como o design pode contribuir para melhorar os processos e produtos com a fibra de bananeira?

Questão: como o emprego da fibra de bananeira pode impactar no meio ambiente, comunidade local e aplicabilidade têxtil?

5.1.5 Hipóteses e variáveis da pesquisa

A partir das questões propostas, hipóteses e variáveis são formuladas (**Quadro 8**).

Quadro 8. Hipóteses e variáveis da pesquisa.

HIPÓTESES	VARIÁVEIS
Seleção de mordentes naturais (fixadores de cor) e corantes naturais para tingimento das fibras do pseudocaule da banana (<i>Musa sp.</i>).	A escolha dos corantes e mordentes específicos dependem da afinidade com a fibra estudada, pH, temperatura, tempo de cozimento, concentração da amostra.
Comparação dos processos de limpeza mais eficazes do pseudocaule da banana.	Processos de limpeza, extração e tingimento da fibra utilizando tratamentos enzimáticos e tradicionais.
Seleção dos tipos de fibra do pseudocaule: palha interna (parte mais mole da bainha, ou seja, a parte de dentro); palha externa (parte de fora da bainha).	Determinação das características físicas, químicas e mecânicas. Caracterização da fibra de bananeira; Ensaio de tração da fibra; Microscopia eletrônica FTIR; TGA; DSC; DTGA, Determinação de celulose, hemicelulose, lignina e outros ensaios.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

5.1.6 Forma de análise dos resultados

Os resultados da análise dos dados coletados na pesquisa de campo, são apresentados de forma descritiva-narrativa, constituídos de notas de observação do autor, de relatos das mulheres artesãs e de registros dos Associação Ivaporunduva. Desta maneira, esperou-se demonstrar as técnicas as empregadas por essas mulheres (e sua importância) no que diz respeito à fibra de bananeira, bem como a relevância da utilização da fibra como fonte de sustento a Associação.

Os resultados encontrados nos testes laboratoriais que foram realizados com as fibras de bananeira, são analisados e comparados com os valores desses mesmos parâmetros, encontrados na literatura de fibras com reconhecida empregabilidade têxtil. Com análise e comparação, será possível concluir e estimar se a fibra possui aplicabilidade para têxteis de moda.

5.2 Registro dos processos de extração e manipulação da fibra, análises e métodos laboratoriais

Para a realização deste estudo, uma série de análises e métodos foram empregados, todos os procedimentos aqui listados estão de acordo com normativas vigentes e técnicas descritas em literatura. Os testes laboratoriais foram realizados em diversas instituições, as quais dispõem de infraestrutura e equipamentos necessários para os ensaios. São descritos a seguir: testes físicos (climatização, título, tração e teor de *Regain*) testes químicos (TGA – Thermogravimetric Analysis, DSC - Digital Scanning Colorimetry, FTIR - Fourier Transform Infrared Spectroscopy) e por fim, Microscopia das Fibras (cortes: longitudinal e transversal). Além de todos os equipamentos e vidrarias habitualmente utilizados em ambiente laboratorial, vários outros equipamentos de análise e de ensaio foram necessários para a realização dos processos de pré-tratamento, tingimento e validação dos resultados.

5.2.1 Origem das fibras

Para a realização dos ensaios laboratoriais, foram utilizadas amostras retiradas do pseudocaulo da bananeira (*Musa sp.*), cedidas pela Associação Banarte, comunidade ribeirinha que se localiza no Vale do Ribeira, município de Miracatu (SP), na região Sudeste do Brasil, entre as coordenadas: latitude: 24° 16' 53" S, longitude: 47° 27' 35". Vale ressaltar que este material necessário para análise, não necessita de autorizações de órgãos ambientais para a realização do presente estudo, pois a fibra vem da atividade agrícola e é matéria-prima das artesãs, que adquirem o material de outras mulheres ribeirinhas que moram nos sítios produtores da região.

5.2.2 Registro dos processos de extração e manipulação da fibra

A pesquisa sobre os processos de extração e confecção dos têxteis foi realizada em ambiente virtual, na qual o pesquisador conseguiu identificar técnicas empregadas em outros países e no Brasil. Faz parte deste estudo a entrevista (realizada em ambiente virtual em Julho de 2020) com o grupo de artesãs da Associação Quilombola de Ivaporunduva, um dos grupos remanescentes capacitados pelos pesquisadores da ESALQ-USP, localizado no Vale do Ribeira, permitindo que o pesquisador identificasse o nível de perspectivas dos entrevistados sobre suas

atividades, e quais suas reais necessidades atuais. Além destes questionamentos, a entrevista buscou compreender o entendimento sobre design do grupo.

Foram coletados dados sobre o tipo de extração e beneficiamento da fibra de bananeira empregados. Foram observadas e coletadas informações sobre organização e planejamento de produção no Quilombo de Ivaporunduva e tipos de produtos confeccionados.

Um dos focos deste estudo foi identificar o processo do beneficiamento artesanal da fibra de bananeira, desenvolvido anteriormente por grupos de pesquisadores da ESALQ-USP (GARAVELLO, 2005), atualmente utilizados por grupos de artesãos locais.

Para a realização desse levantamento de informações optou-se pelo método de estudo de caso, no qual o pesquisador tem pouco controle sobre o evento, em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto de vida real (GIL, 2008). Em geral, as perguntas são abertas e podem ser respondidas dentro de uma conversação informal". De acordo com Merton (1967) apud Fontanella et al. (2006): *"É interessante notar que este modo pode levar o entrevistador a aproximar-se de dados não esperados"*. Segundo Fontanella et al. (2006): *"A validade de um instrumento de coleta de dados refere-se à sua capacidade de revelar a verdade, permitindo emergir conteúdos que espelham a realidade"*.

Para isso, também foram feitas entrevistas semiestruturadas de maneira remota via Whatsapp, nas quais as perguntas foram feitas via áudio e depois transcritas, devido a situação de pandemia de Coronavírus neste anos de 2020 e 2021, com as artesãs da Associação do Quilombo de Ivaporunduva, além da coleta de materiais audiovisuais e fotografias, examinar objetos e ferramentas utilizadas no dia a dia, e identificar os têxteis fabricados por elas com a fibra de Bananeira (**APÊNDICE B** – Entrevistas com as artesãs da Comunidade Quilombola de Ivaporunduva).

5.2.3 Instalações para realização dos testes e caracterização das fibras

Os ensaios de caracterização físico-química da fibra de bananeira, foram realizados em:

- Laboratório de Engenharia de Materiais da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP (FZEA-USP) (Pirassununga-SP) – Análise de DRX;
- Laboratório de análises têxteis da empresa Golden Technology (São José dos Campos – SP) – Análises de FTIR, Espectrofotometria de Remissão (análise de cor e Brancura Berger);
- Laboratório de Eletroquímica do Instituto de Química de São Paulo (IQSC – USP) (São Carlos – SP) Análises de DSC, TGA e DTG;
- Laboratório de caracterização de fibras têxteis da Universidade do Minho (UMINHO) (Guimarães – Portugal) – ensaios tênses das fibras; MEV; preparação e processos de tingimentos; comportamento ao branqueamento e tingimento.
- Laboratório Multiusuário de Nanociências e Nanotecnologia (LABNANO) do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) (Rio de Janeiro – RJ) – análises confirmatórias de MEV;

5.2.4 Climatização das amostras

Conforme a norma ABNT NBR ISO 139:2008 (antiga ABNT NBR 8428:1984), os testes tênses foram realizados com amostras previamente climatizadas, por um período mínimo de 48 horas, a 20°C e umidade relativa de 65% em climatizadora.

5.2.5 Determinação da massa linear da fibra

O procedimento sugere a utilização da norma ISO 1973-1995. Entretanto, este método é adaptado de modo que para o cálculo da massa linear das fibras faz-se a medição do comprimento destas com o uso de uma régua e a pesagem de feixes de fibras em balança analítica. Realizaram-se as pesagens dos feixes (com 40 fibras cada) e tirou-se a massa média de cada um deles. Calculou-se a massa linear pela

Equação 1:

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

Onde:

T_m = Massa linear (tex)

M_m = Massa Média do feixe (g)

L = Comprimento da fibra (m)

(Eq. 1)

5.2.6 Ensaio de tração de fibras

A partir das amostras obtidas dos diferentes processos de obtenção de fibras, foi realizado o ensaio de determinação de propriedades de tração de 40 fibras têxteis singelas em cada amostragem, obtendo as seguintes medições: carga de ruptura, alongamento e tenacidade. Com o intuito de avaliar as propriedades físicas das fibras de Bananeira, cultivar prata AAB, antes e após o branqueamento, recorreu-se à utilização de um dinamômetro HOUNSFIELD modelo H10KS, segundo a norma ISO 5079. Os ensaios estabelecidos permitiram avaliar o alongamento, tenacidade e força de rotura das fibras em análise (**Figura 32**).

Figura 32. Dinamômetro HOUNSFIELD modelo H10KS.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

O aparelho fornece os valores de carga de ruptura e alongamento, sendo necessário calcular o valor de tenacidade a partir da **Equação 2**, fornecida pelo procedimento, apresentada a seguir:

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

Onde:

γ = Tenacidade (cN/tex)

F = Carga de Ruptura (cN)

T = Título (tex)

(Eq. 2)

Utilizando o dinamômetro HOUNSFIELD modelo H10KS, segundo a norma ISO 5079 e com uma célula de carga de 2,5 kN, foram realizados os ensaios de resistência à tração para as fibras de bananeira. No decorrer deste estudo efetuaram-se ensaios para a fibra sem tratamento e ensaios para a fibra branqueada, de modo a determinar as diferenças entre os dois grupos. Os ensaios foram realizados nas condições de

uma distância entre garras de 20 mm, uma pré tensão de 0,07 N, a uma velocidade de 10 mm/min.

5.2.7 Microscopia eletrônica de varredura das fibras

As fibras foram inicialmente analisadas em Microscópio Eletrônico de Varredura, modelo NanoSEM – FEI Nova 200 existente nos Serviços de Caracterização de Materiais na Universidade do Minho (SEMAT), Portugal.

Antes de realizar as imagens, as fibras precisam ser preparadas e recobertas com algum tipo de metal, que nesse caso foram as ligas de ouro/paládio 80/20, uma vez que as amostras são isolantes e os materiais de recobrimento são condutores elétricos; mesmo quando a amostra possui boa condutibilidade elétrica – o que não é o caso dos materiais lignocelulósicos, opta-se pela cobertura das amostras com estes metais para melhorar a qualidade das imagens enviadas para o computador (CATTANI, 2016).

As amostras foram preparadas em equipamento de recobrimento SCD050 (Bal-tec) (**Figura 33**), que possui câmara de amostras com 108 mm de diâmetro e distância de trabalho de 30 a 82 mm. Para a vista transversal, a fibra é colocada diretamente na câmara de amostras. Já o corte transversal foi feito em cortiça, procedimento interno realizado rotineiramente no Laboratório Têxtil da Universidade do Minho, Portugal. As fibras são inseridas em uma rolha, depois fatias dessa rolha são feitas de forma que suas seções transversais fiquem aparentes.

Figura 33. Equipamento de recobrimento SCD050 (Baltec);

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

As análises de MEV foram confirmadas no CBPF, no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas em Biomateriais no Rio de Janeiro – RJ., onde foi utilizado o Microscópio Eletrônico de Varredura de Alta Resolução Jeol 7100FT, com aceleração

de 10 kV e 15kV e distância de trabalho (WD) de 10 a 15 mm. Foram analisadas as seguintes amostras, conforme o **Quadro 9**.

Quadro 9. Amostras analisadas em MEV corte transversal analisada na Universidade do Minho e CBPF.

Amostra	Tipo de fibra
FE1 – Fibra in natura	Fibra externa
FE2 - Fibra c/trat. enzimático antes da extração da palha	Fibra externa
FE3 - Fibra c/trat. enzimático após a sua extração da palha	Fibra externa
FE4 – Fibra + trat. enzimático + branqueamento	Fibra externa
FI1 – Fibra in natura	Fibra interna
FI2 – Fibra c/trat. enzimático antes da extração da palha	Fibra interna
FI3 - fibra c/trat. enzimático após a sua extração palha	Fibra interna
FI4 – Fibra + trat. enzimático + branqueamento	Fibra interna

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

5.2.8 DSC (Digital Scanning Colorimetry)

O ensaio de Digital Scanning Colorimetry (DSC) monitoriza a diferença no fluxo de calor da amostra em comparação com um sistema vazio (inerte) (HOUCK, 2009). A análise de DSC permite determinar as temperaturas em que ocorrem eventos térmicos, endotérmicos, exotérmicos, em que se avalia o fluxo de calor (perda e ganho) em função da temperatura (LUCAS; SOARES; MONTEIRO, 2001).

De modo a avaliar as propriedades estruturais e térmicas das fibras de Bananeira, antes e após o branqueamento, utilizou-se o equipamento DSC Mettler Toledo DSC822 (**Figura 34**). O varrimento utilizado para o estudo em questão foi de 20°C por minuto entre um intervalo de 30°C a 500°C. O peso de cada amostra foi de 10 mg. Foram realizadas as seguintes análises, conforme o **Quadro 9**.

Figura 34. DSC Mettler Toledo DSC822

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

5.2.9 TGA (Thermogravimetric Analysis)

A análise via TGA trata-se de ensaio no qual é possível avaliar a variação de massa de determinada amostra em função de sua temperatura. A análise pode ser realizada por aquecimento, resfriamento, ou até mesmo à temperatura constante. Os

resultados são obtidos através de um gráfico que mostra tempo ou temperatura e o percentual de massa ganho ou perdido (LUCAS; SOARES; MONTEIRO, 2001).

Os ensaios de TGA foram realizados em equipamento TGA Q500 V20. 13 Build 39 (Universal V4.5A TA Instruments) com nitrogênio, temperatura de ensaio de 30°C a 800°C e velocidade de aquecimento de 10°C/min.

Para realizar o ensaio, se coloca a amostra em um cadinho, que é levado ao forno para então iniciar as medições. Deve-se esperar até que a amostra queime por completo e, à medida que o ensaio é realizado, o software do aparelho vai gerando o gráfico de perda de massa versus temperatura e sua derivada correspondente a Derivative Thermogravimetry (DTG) (GUIMARÃES, 2014).

Conforme metodologia desenvolvida por Bouchard, Léger e Chornet (1986) para materiais lignocelulósicos, os eventos (picos caracterizados por pontos de inflexão) nas curvas DTG podem ser associados a processos que ocorrem aos distintos constituintes do material analisado. Deste modo, em muitos casos pode se estimar, pela comparação das curvas de DTG e TGA, a composição aproximada do material lignocelulósico analisado e comparar esses resultados com aqueles obtidos através de determinação química.

5.2.10 FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)

Com finalidade de identificar alguns compostos presentes nas fibras de Bananeira *Musa sp.*, cultivar prata AAB, utilizou-se o espectrofotômetro de infravermelho com transformada de Fourier, modelo *Nicolet-Avatar 370* (**Figura 35**). A avaliação dos dados foi levada a cargo pelo software *OMNIC 5.2* da *Nicolet*. Foram realizados ensaios das fibras de Bananeira antes, após o branqueamento, comparando posteriormente as diferenças. Foram realizadas as seguintes análises, conforme o **Quadro 9**.

Figura 35. Espectrofotômetro de infravermelho com transformada de Fourier, modelo *Nicolet-Avatar 370*

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

5.2.11 Espectrofotômetro de reflexão

Os resultados dos procedimentos realizados efetuaram-se através de leituras do espectrofotômetro *SF-600+CL*. O equipamento mediu a força colorística K/S e as coordenadas de cor (L^* , a^* , b^*) e o grau de branco após tratamento prévio (**Figura 36**), calculando-se o grau de brancura Berger, conforme descrito por Pimenta (2015).

Figura 36. Espectrofotômetro *SF-600+CL*.

Foto: Luciano Fonseca Pinheiro.

Segundo refere Oliveira (2007), o espectrofotômetro de reflexão é um equipamento que permite medir a reflectância de uma superfície opaca. Estes substratos podem ser amostras têxteis de tecidos, malhas, fios ou fibras. Nesta máquina de avaliação colorimétrica, uma luz policromática difusa ilumina a amostra colocada para análise, encontrando-se posicionada numa abertura de medição da esfera de integração, designada por esfera branca.

A luz que se reflete, atravessa um prisma ou uma grade, ocorrendo uma difração que leva a que os componentes monocromáticos cheguem até aos detetores espectrais, que enviam um sinal que corresponde a energia relativa de um comprimento de onda, determinado no momento de envio. Este mecanismo permite registar o fator de refletância (OLIVEIRA, 2007).

Este índice de brancura é especificado somente para ser medido utilizando-se o iluminante C e observador padrão 2°. Entretanto, a mesma equação, é utilizada também com outros iluminantes. O valor de brancura apresentado nos relatórios, será sempre o valor referente ao iluminante primário escolhido.

A brancura de Berger foi desenvolvida por A. Berger e apresentada em 1959. É especificada para o iluminante C e observador padrão 2°. Contudo a equação é comumente utilizada para outro tipo de iluminantes e observadores (COSTA, 2014).

A equação para este índice de brancura é (COSTA, 2014; GARGALACA, 2012) **(Equação 3)**:

$$WI = 0,333Y + 125 Z/Z_0 - 125 X/X_0$$

Onde: X, Y e Z são os valores tristímulus da amostra medida, e X₀ e Z₀, representam os valores tristímulus do iluminante utilizado para a medição.

Ainda segundo Gargalaca (2012), valores maiores do que 33,33, indicam um branco azulado e valores menores do que 33,33, indicam um branco amarelado.

5.2.12 DRX (Difração por raio X)

Os espectros XRD serão obtidos à temperatura ambiente (25 °C) com um difratômetro SIEMENS D5000, DIFFRAC PLUS XRD (Alemanha) com geometria BRAGGBrentano, radiação Cu K α ($\lambda = 0.154$ nm), detector Flicker e monocromador de grafite. O intervalo de dispersão variará de 4° a 80° com um intervalo de 2 passos de 0,02°. As amostras serão cortadas em pequenos pedaços, colocadas sobre um suporte de amostra de vidro e analisadas. Será utilizada uma tensão de operação de 40 kV e corrente de 30 mA e as intensidades serão medidas no intervalo de 5° < θ < 30°. As separações de pico serão realizadas através de deconvolução gaussiana (RODRIGUEZ-CHANFRAU et al., 2017).

O índice de cristalinidade das fibras foi calculado pelo método empírico desenvolvido por Segal e seus colaboradores (1959) **(Equação 4)**, que tem sido largamente utilizado em estudos de fibras naturais (MARTIN et al., 2009).

Onde,

$$I_c = \left(\frac{I_{002} - I_{am}}{I_{002}} \right) \times 100$$

I_c = índice de cristalinidade, em porcentagem;

I(002) = Intensidade da difração que representa o material cristalino (pico máximo) perto de $2\theta = 22^\circ$;

$I(am)$ = pico de intensidade da difração que representa o material amorfo (vale mínimo) perto de $2\theta = 18^\circ$

5.3 Desenvolvimento experimental laboratorial

O processo experimental realizado neste trabalho foi dividido em diferentes etapas, com o objetivo de estudar o comportamento tintorial das fibras de bananeira, cultivar prata AAB. As etapas experimentais dividiram-se da seguinte maneira:

- a) Limpeza da Fibra de Bananeira;
- b) Pré-tratamento enzimático das fibras de bananeira;
- c) Estudo do branqueamento das fibras de bananeira;
- d) Análise física e química das fibras de bananeira;
- e) Estudo do processo de tingimento com corantes reativos das fibras de bananeira em escala laboratorial;
- f) Realização de ensaios de tração e avaliação dos resultados.

5.3.1 Matérias- primas

Para realizar os experimentos deste estudo, foram utilizadas as palhas secas extraídas do pseudocaule do cultivar prata AAB, das bainhas externas e internas da planta. As amostras foram separadas por tipos de fibras (**Figura 37**).

Figura 37. Palhas externas e internas de fibras de bananeira, cultivar prata AAB. A marcação de fundo (dimensão dos azulejos) é de 10 x 10 cm.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

5.3.1.1 Corantes

Todos os corantes que foram utilizados durante a realização deste estudo são listados no **Quadro 10**.

Quadro 10. Corantes utilizados nas análises.

Classe de corantes	Nome Comercial	Embalagem	Fornecedor
Corantes Reativos	Levafix Azul CA CB20		Dystar
Corantes Reativos	Levafix Vermelho CA CB25		Dystar
Corantes Reativos	Levafix Amarelo CA CB25		Dystar

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

A escolha dos corantes utilizados na realização deste estudo recaiu sobre corantes reativos que fossem adequados ao uso, utilizando um processo tintorial menos abrasivo para o substrato, permitindo tingir a baixa temperatura (60°C), produzindo resultados de solidez à lavagem elevados e com possibilidade de obter cores brilhantes.

5.3.1.2 Enzimas

Bioprep 3000L – Composta pela enzima **Pectato Liase (pectina ácido liase ou pectinase ácida)**, fabricado pela AQUITEX S.A., é responsável pelo processo “*bioscouring*”, um processo enzimático que oferece um processo alternativo menos agressivo do que o “*scouring*” tradicional, realizado com hidróxido de sódio. Entre as vantagens estão: não nocivo ao meio ambiente, melhoria do tingimento, aumento do alongamento do fio para melhores eficiências na tecelagem, não degrada a celulose, menor perda de peso da fibra e menor quantidade de água necessária para enxaguar. A **Tabela 10** apresenta as recomendações de doseamento e aplicação. A **Figura 38**,

o perfil da eficiência relativa (%) em relação ao pH e a **Figura 39**, o perfil da eficiência relativa (%) em relação a temperatura.

Tabela 10. Recomendações de doseamento e condições de aplicação.

Bioprep 3000L	Gama Operacional	Gama ótima
pH	5.5-9.5	6-9
Temperatura	35-85°C	50-60°C
	Pad.	Pad.
Tempo	Batch/Esgotamento: 30-60 min.	Batch/Esgotamento: 30-60 min.
Razão de banho	1:05-1:20	1:05-1:20
Quantidade	Depende da diluição	Depende da diluição

Fonte: Adaptado de AQUITEX, 2017a.

Figura 38. Perfil da eficiência relativa (%) em relação ao pH Bioprep 3000L.

Fonte: Adaptado de AQUITEX, 2017a.

Figura 39. Perfil da eficiência relativa (%) em relação a temperatura Bioprep 3000L.

Fonte: Adaptado de AQUITEX, 2017a.

MAZYME NBT – É composta por **celulase líquida** de alto desempenho, o pH neutro a baixa temperatura, fabricado pela AQUITEX S.A. É indicada para tratamento anti-pilling nas fibras celulósicas, hidrolisa de forma controlada. Entre os benefícios de seu

uso estão: baixo consumo de água e energia, pode ser combinada na etapa do tingimento, não afeta o grau de branco, resistente a variações de temperatura e pH e melhora a durabilidade dos artigos tratados. A **Tabela 11** apresenta as recomendações de doseamento e condições de aplicação MAZYME NBT. A **Figura 40**, o perfil da temperatura da Mazyme NBT a pH 6,5 (força relativa ao biopolishing x temperatura) e a **Figura 41**, o perfil de pH da Mazyme NBT (performance relativa do biopolishing x pH).

Tabela 11. Recomendações de doseamento e condições de aplicação MAZYME NBT.

	Tinturaria	Lavanderia
Quantidade	0.8 – 2%	0.8 – 2%
Temperatura	30 – 50°C	30 – 50°C
pH	6 – 8.5	6 – 8.5
Tempo	20 – 60 minutos	30 – 60 minutos
Razão de banho	1/5 – 1/5	1/5 – 1/5

Fonte: Adaptado de AQUITEX, 2017b.

Figura 40. Perfil da temperatura da Mazyme NBT a pH 6,5 (força relativa ao biopolishing x temperatura) MAZYME NBT.

Fonte: Adaptado de AQUITEX, 2017b.

Figura 41. Perfil de pH da Mazyme NBT (performance relativa do biopolishing x pH) MAZYME NBT.

Fonte: Adaptado de AQUITEX, 2017b.

5.3.1.3 Auxiliares

Diadavin UN - detergente não iônico, com propriedades emulsificantes de parafinas, ceras e lubrificantes no pré-tratamento de fibras celulósicas, comercializado pela *Tanatex*.

Baystabil DB - estabilizador de peróxido de hidrogênio durante o branqueio comercializado pela *Bayer*.

Peróxido de hidrogênio - Possui a fórmula química de H_2O_2 , é um agente oxidante utilizado pela indústria têxtil para efetuar o branqueamento.

Carbonato de sódio - é um sal de cor branca e translúcida, de fórmula química Na_2CO_3 , utilizado para neutralizar ácidos, por ser básico e hidrolisar na presença de água, controlar pH e em tratamentos na indústria têxtil.

Cloreto de sódio - é um sólido cristalino branco ($NaCl$), utilizado como eletrólito forte durante o tingimento de fibras celulósicas, tem um caráter iônico, um ponto de fusão elevado, é solúvel em água e insolúvel em solventes orgânicos.

Hidróxido de sódio - é um sólido cristalino de fórmula química $NaOH$, conhecido na indústria como soda cáustica. O hidróxido de sódio consiste numa base forte, que dissolvida em água reage exotermicamente. É utilizado no tratamento prévio de superfície e no tingimento na indústria têxtil.

5.4 Experimental

5.4.1 Limpeza da palha de bananeira

No processo de limpeza da palha de bananeira, feito de forma manual em escala de laboratório, utilizou-se espátulas metálicas e ponta chata para extração das fibras internas.

5.4.2 Pré-tratamento das fibras

As fibras naturais devem ser preparadas de forma a eliminar todas as impurezas contidas nas fibras, com vista à obtenção de um tingimento mais uniforme. Nesta etapa foi utilizado o tratamento enzimático sobre a palha *in natura*, com intuito de efetuar a limpeza da fibra com melhor facilidade após este procedimento. As palhas

empregadas foram separadas de acordo seu local de extração do pseudocaule, e efetuados os tratamentos enzimáticos utilizando as enzimas celulase, pectinase e mistura das duas enzimas, nas concentrações 15 e 30%. A **Tabela 12** descreve a composição do banho utilizado para as análises das amostras.

Tabela 12. Composição do banho utilizado para as análises das amostras. A razão do banho é 1:20, ou seja, foi utilizado 1 grama de fibras e 20 mL de H₂O em cada ensaio.

Tipo de Palha	Enzima	Concentração	Amostra
Palha Interna	Celulase	15%	A
	Pectinase	15%	B
	Celulase+Pectinase	15%	C
Palha Externa	Celulase	15%	D
	Pectinase	15%	E
	Celulase+Pectinase	15%	F
Palha Interna	Celulase	30%	G
	Pectinase	30%	H
	Celulase+Pectinase	30%	I
Palha Externa	Celulase	30%	J
	Pectinase	30%	K
	Celulase+Pectinase	30%	L

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Como descrito na **Tabela 12**, a razão do banho utilizado é 1:20, ou seja, para 1 grama de fibras, utilizam-se 20 mL de H₂O. Na etapa do preparo das soluções descritas, foram feitos ajustes de pH de acordo com o tipo de enzima empregado, de acordo com a descrição de pH ideal de cada fabricante (**Tabelas 10 e 11 e Figuras 40 e 41**). Foram utilizados os seguintes padrões: a) pectinase, pH 8; b) celulase, pH 6,5; e c) solução mistura celulase + pectinase, pH 7. Para a correção do pH utilizou-se solução de Na₂CO₃ a 10%, com uso de pHmetro devidamente pré-calibrado com soluções tampão com pH 4.0 e 7.0.

As amostras foram acondicionadas no equipamento AHYBA Spectrade Dye, para banho de agitação a 50°C por 60 minutos (**Figuras 42 e 43**). Ao final, as amostras foram retiradas, enxaguadas com água destilada por 2 vezes e retornaram ao equipamento para banho a 100°C, por 10 minutos, com solução de detergente Diadavin não iônico para desativar o efeito enzimático sobre as amostras. A

concentração aquosa de detergente empregada foi de 2 g/L. Foram efetuadas duas lavagens com detergente nas amostras em estudo (**Figura 44**).

Figura 42. Preparação das amostras nos tubos da máquina de lavagem laboratorial AHYBA Spectrade Dye.

Foto: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 43. Amostras acondicionadas na máquina de lavagem laboratorial AHYBA Spectrade Dye para início dos testes.

Foto: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 44. Palhas internas e externas (A e B) após a retirada da máquina de lavagem laboratorial AHYBA Spectrade Dye.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

As palhas são retiradas dos tubos e secas à temperatura ambiente para a separação posterior das fibras (**Figura 45**).

Figura 45. Aspectos das palhas internas e externas (A e B) após o banho no aparelho Spectrade Dye.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Como opção ao modo de extração anterior, foram realizadas as limpezas da palha de bananeira *in natura* mergulhando as palhas secas em bécker, com adição de água destilada a temperatura ambiente, por 20 minutos, e efetuou-se a limpeza de forma manual (**Figura 46**).

Figura 46. Palhas internas e externas mergulhadas em água destilada.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Observou-se que no primeiro ensaio feito com tratamento enzimático sobre a palha antes da extração das fibras, as palhas internas e externas apresentaram colorações mais escuras, com uma espessura mais fina e com textura quebradiça (**Figura 45**), em relação as palhas limpas manualmente após imersão em água (**Figura 46**). As palhas que passaram por tratamento enzimático antes da extração ficaram mais difíceis de separadas as fibras entre si e observou-se ainda a presença de sujidades. O processo de imersão da fibra *in natura* em água as palhas permaneceram mais claras e a limpeza manual foi facilitada com o uso de um espátula metálica laboratorial, através de processo de raspagem da mucilagem. Este último modo de limpeza foi o escolhido para a extração das fibras, pois contribuiu para uma fibra mais limpa.

As palhas internas e externas foram pesadas, antes e após a limpeza das fibras. Após a limpeza, identificou-se uma grande quantidade de resíduo produzido (mucilagem). A mucilagem retirada foi seca em estufa à 45°C por 24 horas e pesada (**Figura 47**). Observou-se uma quantidade de mucilagem de 9,33% de fibras retiradas da palha interna e 28,42% de rendimento de fibras da palha externa (**Tabela 13**).

Figura 47. Mucilagem retirada no processo de limpeza das palhas internas e externas

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Tabela 13. Rendimento fibroso após o processo de limpeza manual das palhas internas e externas.

Tipo de Palha	Peso da Amostra Inicial	Total de Fibra extraídas	Fibra (%)	Mucilagem (%)
Palha Interna	26,57 grs.	2,48 grs.	9,33	90,67
Palha Externa	27,8 grs.	7,90 grs.	28,42	71,58

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Após as extrações das fibras internas e externas da palha de bananeira, foram repetidos os ensaios para tratamento enzimático. Após a análise física das palhas tratadas, optou-se em utilizar o tratamento com concentração a 30% ter resultado em amostras de melhor aspecto, utilizando a mistura das enzimas celulase + pectinase, com o pH médio utilizado 7.0, calculado de acordo com a atividade ótima de cada enzima, segundo o fabricante. Todas as etapas de tratamento enzimático e lavagem seguem a mesma ordem do ensaio anterior (**Tabela 14**).

Tabela 14. Ensaios Realizados com fibras limpas manualmente no aparelho Spectrade Dye.

Amostra	Tipo de Fibra	Enzima	Concentração (%)	Peso da Amostra	Razão do Banho
A	Fibra Externa (FE)	Celulase + Pectinase	30%	2 gramas	1:20 – 40mL H ₂ O
B	Fibra Interna (FI)	Celulase + Pectinase	30%	2 gramas	1:20 – 40mL H ₂ O

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

As amostras preparadas são acondicionadas no equipamento Ahyba Spectrade Dye, para banho de agitação à 50°C por 60 minutos. Ao final, as amostras são retiradas, enxaguadas com água destilada por 2 vezes e retornam ao equipamento para banho à 100°C, por 10 minutos, com solução de detergente Diadavin UN não iônico para desativar o efeito enzimático sobre as amostras. A concentração aquosa de detergente empregado é 2 g/L. Foram efetuadas duas lavagens com detergente nas amostras em estudo. As fibras são retiradas dos tubos e secas à temperatura ambiente.

5.4.3 Branqueamento das fibras

O procedimento de branqueamento consiste em eliminar a cor natural presente nas fibras, normalmente acastanhada, devido à presença de pequenas impurezas presas em seu interior, partindo de uma formulação utilizada na indústria para o algodão, o método realizado foi adaptado de Andrassy et al. (2013). O uso de peróxido de hidrogênio faz o branqueamento oxidativo eliminando dessas impurezas (ARAÚJO; MELO; CASTRO, 1987). As fibras internas e externas tratadas são branqueadas utilizando também o agente branqueador Diadavin UN, e um estabilizante, para otimizar a etapa do tingimento das fibras (**Tabela 15**). Na etapa de mistura dos agentes, deve-se adicionar o NaOH e H₂O₂ por último na preparação da solução.

Tabela 15 - Formulação empregada para branqueamento da fibra de bananeira *Musa sp.* (cultivar prata AAB) em relação de banho 1:20, isto é, 1g para 20 mL, em relação à quantidade de fibra de bananeira.

Agente	Concentração
Diadavin UN	1 g/L
Baystabil BD	4 g/L
NaOH	38°Be/5 mL/L
H ₂ O ₂	20 mL/L

Fonte: adaptado de PIMENTA et al., 2015.

As fibras tratadas anteriormente com a mistura enzimática são pesadas e separadas em amostras (A) de 1,6 gramas de fibra interna e amostras (B) de 1,6 gramas para fibra externa e são acondicionadas no equipamento *AHYBA Spectrade Dye* em tubos para o banho de branqueamento por agitação, a 80 °C por 30 minutos. Este estudo tem como base a análise realizada por Pimenta (2015), para branquear a fibra de Curauá (**Tabela 16**).

Tabela 16. Descritivo do banho realizado da fibra de bananeira *Musa sp.* (cultivar prata AAB).

Amostra	Tipo de Fibra	Peso da Amostra	Composição do Banho	Temperatura do Banho	Tempo
A	Fibra Externa (FE)	1,6 gramas	Diadavin UN, Baystabil BD, NaOH e H ₂ O ₂	80°C	30 min.
B	Fibra Interna (FI)	1,6 gramas	Diadavin UN, Baystabil BD, NaOH e H ₂ O ₂	80°C	30 min.

Fonte: adaptado de PIMENTA, 2015.

Ao final do branqueamento, as amostras São retiradas, enxaguadas com água destilada por 2 vezes e são armazenadas em bécker com a solução de detergente Diadavin UN não iônico para desativar o efeito enzimático sobre as amostras (**Figura 48**). A concentração aquosa de detergente empregada é 2 g/L. As amostras são aquecidas em chapa elétrica à 100°C e agitador magnético, controlando a temperatura (**Figura 49**). Foram efetuadas duas lavagens com detergente nas amostras em estudo. Ao término, as amostras são secas em estufa a 50°C por 1 hora (**Figura 50**).

Figura 48. Amostras já enxaguadas, acondicionadas em bécker com solução de Diadavin UN. para ir ao banho em chapa elétrica.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 49. Amostras em processo de lavagem, em solução de Diadavin UN. em banho e aquecimentos controlados.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 50. (a) Amostras de fibras externa; (b) Amostras de fibras interna após o processo de lavagem, com solução de Diadavin UN.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

5.4.4 Tingimento das fibras

Para efetuar os tratamentos prévios e os tingimentos das fibras de Bananeira, cultivar Prata AAB, foi utilizado o equipamento Ahiba Spectrade Dye. O equipamento permite controlar o gradiente de temperatura, o tempo e as rotações através de um painel de controle programável (**Figura 51**).

Figura 51. Equipamento Ahiba Spectrade Dye.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

As fibras internas e externas são tingidas com corantes reativos da Marca Dystar, Amarelo CB25, Vermelho CB25 e azul CB20, com razão de banho 1:20. A **Tabela 17** descreve os componentes para a etapa de tingimento, esta formulação utilizada foi adaptada de Pimenta (2015). Os corantes reativos adequados ao uso em tricromias, ideais para aplicação pelo processo de esgotamento, dispensam aplicação de hidróxido de sódio, utilizam um processo tintorial menos abrasivo para o substrato, permitem tingir a baixa temperatura (60°C), produzem resultados de solidez a lavagem elevados, possibilidade de obter cores brilhantes (PIMENTA, 2015).

Tabela 17. Componentes para a etapa de tingimento. A razão do banho é 1:20. Foi utilizado 0,3 g de amostra em cada ensaio.

Amostra	Tipo de Fibra	Corantes	Componentes do banho	Concentração
A	Fibra externa (FE)	Vermelho CB25	NaCl + Na ₂ CO ₃ + corantes	35 g/L 10 g/L 1 %
B	Fibra Externa (FE)	Amarelo CB25	NaCl + Na ₂ CO ₃ + corantes	35 g/L 10 g/L 1 %
C	Fibra Externa (FI)	Azul CB20	NaCl + Na ₂ CO ₃ + corantes	35 g/L 10 g/L 1 %
D	Fibra interna (FI)	Vermelho CB25	NaCl + Na ₂ CO ₃ + corantes	35 g/L 10 g/L 1 %
E	Fibra Interna (FI)	Amarelo CB25	NaCl + Na ₂ CO ₃ + corantes	35 g/L 10 g/L 1 %
F	Fibra Interna (FI)	Azul CB20	NaCl + Na ₂ CO ₃ + corantes	35 g/L 10 g/L 1 %

Fonte: Adaptado de Pimenta, (2015).

A preparação das amostras para o banho segue a seguinte ordem: a) adicionar água destilada nos tubos na razão de banho 1:20 + o cloreto de sódio e o corante; b) adicionar as fibras a serem analisadas, e ao adicioná-las, importante que estejam enroladas no fundo do tubo e totalmente cobertas com a solução; c) colocar no banho no equipamento Ahyba Spectrade Dye por 20 minutos, a 60°C.; d) retirar as amostras do equipamento e adicionar carbonato de sódio. Retornar ao banho no equipamento por mais 60 minutos, a 60°C. As etapas dos tingimentos seguem a proposta descrita pelo fabricante dos corantes, conforme **Figura 52**.

Figura 52. Processo de tingimento com corantes reativos.

Fonte: PIMENTA, 2015.

5.4.5 Lavagem das fibras

Após a etapa de tingimento, as amostras são retiradas do equipamento e enxaguadas com água destilada por 2 vezes. Após este procedimento, é adicionado o detergente Diadavin UN em cada amostragem, na concentração 2 g/L. As amostras são levadas à aquecimento em chapa elétrica por 15 minutos, à temperatura de 100°C (**Figura 53**). Ao final da análise, as amostras são retiradas do equipamento, e secas à temperatura ambiente (**Figura 54**).

Figura 53. (a) Amostras retiradas após processo de tingimento. (b) Amostras em banho de enxague em chapa elétrica em temperatura controlada.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Fig. 54. Amostras das fibras externas e internas após processo de enxague, secando à temperatura ambiente

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

5.5 Tingimento natural das palhas de bananeira (*Musa sp.*)

5.5.1 Etapas do tingimento

Nos procedimentos de tingimentos naturais das palhas de bananeira foi dividido nas seguintes etapas: I. Preparação do substrato (material a ser tingindo); II. Preparação e aplicação do biomordente; III. Preparação e aplicação dos corantes naturais no substrato (fibra); IV. Lavagem. Na preparação do substrato, as fibras da bananeira foram cortadas em tiras, pesadas 25 gramas para cada preparação, em

balança de precisão de 0,0001 g, e posteriormente lavadas com água com o intuito de promover maior uniformidade na absorção do biomordente e corantes naturais pelas fibras. Foram preparadas soluções com biomordente de *Acacia mearnsii* e mordente de alúmen para os testes realizados.

5.5.2 Coleta e preparação do biomordente de *Acacia mearnsii* e mordente de alúmen

Os extratos secos das cascas de Acácia Negra (*Acacia mearnsii*) foram adquiridas da empresa TANAC S.A. (Cidade de Montenegro, RS, Brasil). Foram pesados 50 gramas do extrato e diluídos em 1 litro de água. Foram levados à fervura por 20 minutos. A solução obtida foi então filtrada em funil analítico e papel de filtro e separadas. Foram submersas as fibras de bananeira do cultivar Prata (AAB) na faixa de temperatura de 45-60 °C e deixadas de molho por 24 horas. O sal de alúmen de potássio ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) foi adquirido no Empório Terra Vitta Produtos Naturais (São Paulo, SP, Brasil). Foram pesados 20 gramas do sal e diluídos em 1 litro de água. Foram levados à fervura por 20 minutos, resfriado e armazenado em bquer de vidro.

5.5.3 Coleta e preparação dos corantes

Os extratos secos das folhas de *Camellia sinensis*, das flores de *Hibiscus sabdariffa*, da raiz de *Curcuma longa* composta com farinha de milho foram adquiridas no Empório Terra Vitta Produtos Naturais (São Paulo, SP, Brasil). As cascas de *Allium cepa* foram adquiridas de comerciantes no Mercado Municipal de São Paulo (Brasil).

Foram pesados 50 gramas de cada extrato seco listado e diluídos em 1 litro de água. Foram levados à fervura por 20 minutos. Foram pesados 25 gramas das cascas de *Allium cepa* e diluídos em 1 litro de água e levados à fervura por 20 minutos. As soluções obtidas de cada preparação foram então filtradas em funil analítico e papel de filtro e separadas. As fibras de bananeira, retiradas do banho de biomordência com *Acacia mearnsii*, foram submersas nessas novas soluções preparadas na faixa de temperatura de 45-60°C e deixadas de molho por 12 horas. Após o processo de tingimento, as fibras foram lavadas em água corrente para retirar o excesso de corante não aderido e secas à temperatura ambiente por 48 horas.

Foram reservadas uma parte das fibras de bananeira *in natura* do cultivar Prata (AAB) e uma parte das fibras biomordentadas com *Acacia mearnsii* para testes comparativos entre as fibras tingidas.

A **Tabela 18** mostra um resumo da equivalência das quantidades de insumos utilizados e a **Figura 55** um resumo do processo de biomordência e tingimento das fibras de bananeira (cultivar Prata AAB).

Tabela 18. Insumos (corantes, biomordente e mordente) utilizados e suas preparações para 1 litro de água (q.s.p.)

Amostra	Insumo	Quantidade (g)
Corante	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	50
	<i>Camellia sinensis</i>	50
	<i>Curcuma longa</i>	50
	<i>Allium cepa</i>	25
Biomordente	<i>Acacia mearnsii</i>	50
Mordente	Alúmen	20

Fonte: PINHEIRO, 2020.

Figura 55. Etapas do processo de biomordência e tingimento das fibras de bananeira (cultivar Prata AAB).

Fonte: PINHEIRO, 2020.

5.6 Confecção do fio artesanal de bananeira (*Musa sp.*)

Para o processo de confecção do fio artesanal, foram utilizadas cerca de 6 fibras de bananeira da bainha externa, cultivar prata AAB. As fibras foram unificadas e unidas nas suas extremidades com nó. O fio artesanal foi confeccionado pelo autor

desta pesquisa, em roca manual de pedal do fabricante Arte Viva. Foi realizada apenas a torção da fibra em um cabo singelo (**Figuras 56 e 57**).

Figura 56. Roca de pedal, modelo Arte Viva.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 57. Fio de bananeira confeccionado em roca de pedal.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

5.7 Desenvolvimento dos tecidos de fibra de bananeira

No processo de tecelagem foram utilizados o ligamento tafetá ou tela, considerado o ligamento mais básico. Cada fio de trama passa em um fio de urdume por cima e um fio de urdume por baixo, sucessivamente. Na volta, o fio que estava por cima, fica por baixo (ARAÚJO; CASTRO, 1984) (**Figura 58**).

Figura 58. Estrutura do ligamento Tafetá/tela.

Fonte: ARAÚJO, CASTRO, 1984

Para confeccionar o tecido plano de fibra de bananeira (*Musa sp.*) com o fio artesanal produzido pelo pesquisador, utilizou-se um tear manual de mesa, do fabricante Arte viva. Este modelo de tear contém um espaçamento entre urdume bem próximos. Foi utilizado este modelo justamente para ter um tecido com tramas mais fechada e fina (**Figura 59**).

Figura 59. Tear manual utilizado para a confecção de tecido plano.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

As amostras de tecidos foram confeccionadas com 10 fios de urdume, com média de 1,5 cm de largura e 3,5 cm de comprimento. Foram confeccionados outros tipos de tecidos, como os tecidos em malha, feitos de forma manual, em agulha de tricô número 2 (2,75 mm de diâmetro).

5.7.1 Caracterização dos tecidos de fibra de bananeira

Para caracterizar as amostras de tecidos de fibra de bananeira confeccionados, foram medidas as dimensões de largura e comprimento das amostras feitas em tear manual. As medições foram feitas com régua metálica da marca Brasfort, ref. 8662.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Análise das fibras antes e após o branqueamento

As características das fibras de bananeira foram avaliadas antes e após o branqueamento, através de uma série de ensaios que analisaram essas modificações. Os resultados obtidos são apresentados para as fibras obtidas na seguinte ordem:

- Limpeza das Fibras;
- Determinação de Grau de Branco (brancura Berger);
- Força colorística (K/S) e a reflectância das amostras tingidas;
- Determinação de resultados de ensaios de tração;
- Avaliação de comportamento térmico por DSC/TGA;
- Avaliação da cristalinidade da celulose do material por DRX;
- Avaliação estética e por FTIR.

6.2. Limpeza das fibras

Os resultados obtidos demonstraram a dificuldade de extrair a fibra de bananeira utilizando a palha seca de bananeira, mesmo passando por um tratamento enzimático prévio no equipamento Spectrade Dye. A palha apresentou-se quebradiça rígida. Observou-se a diminuição de componentes não fibrosos (**Figuras 60 e 61**). Neste modelo de extração, houve a necessidade de mergulhar a palha de bananeira já tratada em água destilada para fazer a extração da fibra.

Figura 60. Aspectos da palha externa após o tratamento enzimático. A palha possui característica quebradiça, tons escuros e difícil limpeza.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Figura 61. Aspectos da palha interna após o tratamento enzimático. A palha possui característica quebradiça, tons escuros e difícil limpeza.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Devido a limpeza efetuada da palha de bananeira ser feita de forma manual e não automática, observou-se a dificuldade de eliminar todas as impurezas presentes na fibra. Outro fato importante é o uso da palha já seca neste ensaio, que dificulta a extração. Viu-se após a imersão das palhas em água que houve uma melhora significativa no processo de extração e qualidade da fibra obtida. As **Figuras 62 e 63** ilustram as diferenças na tonalidade das fibras obtidas variando o processo de limpeza. A fibra limpa manualmente (mais escura) foi limpa raspando a mucilagem das palhas secas com mãos. A palha imersa em água e limpa utilizando uma espátula metálica de laboratório apresentou tons mais claros das fibras, com menos sujidade e mais uniforme.

Figura 62. Aspectos da Fibra de Bananeira (palha externa) com diferentes tipos de limpeza. A limpeza após imersão em água apresentou melhores resultados.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 63. Aspectos da Fibra de Bananeira (palha interna) com diferentes tipos de limpeza. A limpeza após imersão em água apresentou melhores resultados.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

No processo de limpeza da palha de bananeira observou-se que a estrutura fibrosa das palhas varia significativamente de acordo com seu lugar de extração. Na palha interna, foi observado a presença de fibras mais finas, separadas por feixes, com duas fibras em cada feixe (**Figura 64**).

Figura 64. Estrutura fibrosa da palha interna, separado por feixes.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

A estrutura da palha externa apresentou-se com maior número de fibras, aparentemente mais grossas e resistentes, com variações de fibras finas e grossas, separadas por regiões. A palha externa apresentou feixes de fibras mais grossos,

contendo 2 fibras em cada feixe, intercalados com 3 fibras finíssimas entre as fibras mais grossas (**Figura 65**).

Figura 65. Estrutura fibrosa da palha externa, separado por feixes.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Notou-se que nas extremidades das palhas internas e externas existem uma concentração maior de feixes de fibras, que apresentam aspecto mais fino que os feixes mais grossos centrais da palha, apresentam boa resistência e características sedosas ao toque (**Figura 66**).

Figura 66. Estrutura fibrosa observados nas palhas externa e interna, de característica sedosa ao toque.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

6.3. Determinação do grau de branco (brancura Berger)

Na determinação do grau de branco de todas as amostras, foram efetuadas 5 medições, analisando-as através da fórmula de Berger com o iluminante D65 e com ângulo do observador 10°, utilizando para este efeito o espectrofotômetro datacolor SF-600+CT. As medições em cada amostra foram com uma abertura de 6,6mm.

Em estudo realizado por Pimenta (2015), observou-se que o aumento do grau de Branco, está diretamente relacionado ao aumento da temperatura no processo de branqueamento, o tempo do processo e a concentração de NaOH e peróxido de hidrogênio utilizados. Neste estudo, a temperatura de 100°C apresentou melhores resultados na fibra de Curauá, os melhores resultados apresentam-se no processo de 120 minutos e a concentração de Hidróxido de Sódio e peróxido de hidrogênio com melhores resultados foram de hidróxido de sódio 38°Be a 6mg/L e peróxido de hidrogênio 20 mg/L, que serviram de referência para este estudo, com ajuste de tempo a 50 minutos, do ponto de vista económico e de produção, a realização de um branqueio industrial que ocupe as máquinas de tingimento durante muito tempo deixa de ser viável.

Na **Figura 67**, observamos as fibras após a secagem em estufa. A fibra externa apresentou visualmente mais brilhante e fibras mais integras quando comparados as fibras internas.

Figura 67. Fibras externas (A) e internas (B) após processo de branqueamento.

Foto: Luciano Fonseca Pinheiro.

Comparando as **Figuras 63 e 67**, foi observado um nítido branqueamento da fibra de bananeira após tratamento em relação à fibra antes deste.

Os graus de branco (escala Berger) são apresentados na **Tabela 19**.

Tabela 19. Grau de Branco (escala Berger) Fibras externas e internas.

	Grau de branco médio (Escala de Berger)
Fibra Externa	22,88
Fibra Interna	10,33

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Para Gargalaca (2012), valores maiores do que 33,33, indicam um branco azulado e valores menores do que 33,33, indicam um branco amarelado. Deste modo, como foi destacado na **Tabela 19**, as brancuras Berger médias obtidas foram 22,88 e 10,33, indicando que as fibras de bananeira, cultivar prata AAB, possuem um branco amarelado, mesmo após o processo de branqueamento, o que pode ser constatado na **Figura 67**.

6.4. Tingimento por esgotamento com corantes reativos

A força colorística (K/S) e a reflectância das amostras de fibra de bananeira tingidas com corantes reativos são obtidas através de cinco leituras utilizando o espectrofotômetro de reflexão SF-600+CL. Os resultados obtidos são apresentados na **Tabela 20**.

Tabela 20. Resultados de força colorística das fibras de bananeira, cultivar prata AAB, após tingimento com corantes reativos.

		Corante Utilizado	% corante	K/S			R%		
				vermelho	azul	amarelo	vermelho	azul	amarelo
Fibra Externa A		Vermelho	1%	287,5226	---	---	690,77	---	---
Fibra Externa B		Amarelo	1%	---	---	207,6084	---	---	1058,34
Fibra Externa C		Azul	1%	---	420,5972	---	---	144,08	---
Fibra Interna D		Vermelho	1%	298,7611	---	---	666,71	---	---
Fibra Interna E		Amarelo	1%	---	---	185,5409	---	---	1057,82
Fibra Interna F		Azul	1%	---	306,2111	---	---	186,98	---
Fibra Externa		Somente branqueada	---	---	3,9065	---	---	2006,89	---
Fibra Interna		Somente branqueada	---	---	3,6378	---	---	2059,19	---

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

A força colorística é relativa, ou seja, sempre comparada ao valor obtido pelo uso de outro corante. No presente caso, em relação ao padrão pré-existente no equipamento utilizado. Deste modo, somente pode-se concluir que de todas as análises, a que apresentou a maior força colorística foi a cor azul.

De forma análoga, o mesmo pode ser dito em relação aos valores de reflectância, dos quais, o maior dele foi relativo ao tingimento com cor amarela.

6.5. Tingimentos naturais da palha de bananeira

O processo de tingimento da palha de bananeira é empregado por diversos grupos de artesãos em algumas de suas peças. Muitos desses corantes empregados são de origem sintética, que não vai ao encontro ao uso da palha de bananeira, de origem

sustentável. Geralmente a alegação em utilizar este tipo de corante se dá pela facilidade de uso, fixação, custo do insumo e variedades de cores obtidas.

Com propósito do resgate de uso de insumos de menor impacto, foram realizados testes de tingimentos com corantes naturais para tingimento da palha de bananeira em laboratório. Os corantes utilizados foram hibisco, açafrão e aroeira, comprados na zona cerealista em São Paulo, Capital. Foi criado pelo pesquisador um roteiro, de forma simples, exemplificando as etapas do processo, quantidades e dicas para elaboração do tingimento (**APÊNDICE C**). Este material foi criado com base nos conhecimentos do pesquisador, e com referencial teórico de Éber, que criou o manual “Tingimento natural – Teoria e prática sobre tingimentos com corantes naturais”, que exemplifica tingimento de fibras vegetais (FERREIRA, 1998).

Os primeiros testes utilizaram mordentes de alumínio, com os corantes citados. A fibra de bananeira foi umedecida, e passou por processo de cocção, com utilização de um agente emoliente, como o óleo de cozinha em pequena proporção no processo. Foram obtidas cores fortes e maciez na fibra, mas após a secagem, a fibra tinha aparência quebradiça e muito oleosa. Foram feitos outros testes, alterando alguns procedimentos, como utilizar o tingimento à frio, deixando a fibra de molho no mordente e corante por 24 horas, e a exclusão do óleo mineral, que causada oleosidade em excesso a fibra. Neste segundo teste, a fibra tinha aparência macia, com cor vibrante, e resistência para o uso na tecelagem em tear manual (**Figura 68**).

Figura 68. Palha de bananeira tingidas com açafrão (a) e Hibisco (b)

Foto: Luciano Fonseca Pinheiro

Nos testes realizados, a biomordência da fibra de bananeira Prata (AAB) com *Acacia mearnsii* apresentou-se satisfatória, com cores intensas, próximas ao marrom,

e ao usar o mordente alúmen houve nítido clareamento da palha. Todas as amostras apresentaram resultados satisfatórios com alteração da cor da palha, e não houve alterações significativas no aspecto da palha sobre sua maciez, em relação às palhas não tingidas. Os tingimentos com os extratos de *Hibiscus sabdariffa*, *Allium cepa* e *Curcuma longa* biomordentados com *Acacia mearnsii*, apresentaram maior impregnação dos pigmentos, obtendo assim colorações, respectivamente de rosa intenso (**Figura 69**), amarelo mostarda (**Figura 70**) e marrom avermelhado (**Figuras 71 e 72**). As palhas mordentadas com alúmen clareou a fibra, enquanto o uso do biomordente de *Acacia mearnsii* intensificou todos os pigmentos. As palhas tingidas com *Camellia sinensis* obtiveram as cores de menor intensidade, variando em tons de verde claro com os dois mordentes utilizados (**Figura 73**). Os melhores resultados foram obtidos com o tingimento e biomordência à frio das fibras, com banho de repouso de 24 horas, e tingimento por 12 horas. Desde modo, conclui-se que o tingimento natural com biomordentes poderá contribuir como uma alternativa menos danosa ao meio ambiente.

Figura 69. Fibra de Bananeira Prata (AAB) tingida com *Hibiscus sabdariffa*. **(a)** Fibra mordentada com alúmen; **(b)** Fibra biomordentada com *Acacia mearnsii*.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 70. Fibra de Bananeira Prata (AAB) tingida com *Curcuma longa*. (a) Fibra mordentada com alúmen; (b) Fibra biomordentada com *Acacia mearnsii*.

(a) (b)
Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 71. Fibra de Bananeira Prata (AAB) e processos de mordência e biomordência. (a) Fibra sem tingimento; (b) Fibra mordentada com alúmen e extrato de *Acacia mearnsii*; (c) Fibra biomordentada com *Acacia mearnsii*.

(a) (b) (c)
Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 72. Fibra de Bananeira Prata (AAB) tingida com *Allium cepa*. (a) Fibra tingida sem uso de mordente; (b) Fibra mordentada com alúmen; (c) Fibra biomordentada com *Acacia mearnsii*.

(a) (b) (c)
Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 73. Fibra de Bananeira Prata (AAB) tingida com *Camellia sinensis*. **(a)** Fibra mordentada com alúmen; **(b)** Fibra biomordentada com *Acacia mearnsii*.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

6.6. Resultados de tração da fibra de bananeira

Utilizando o dinamômetro HOUSNFIELD modelo H10KS, segundo a norma ISO 5079 e com uma célula de carga de 2,5 kN, foram realizados os ensaios de resistência à tração para as fibras de bananeira. Foram analisadas **15** amostras, de modo a avaliar as características das fibras de bananeira internas e externas sem tratamento, fibras tratadas com a mistura enzimática proposta, e por fim, analisadas as fibras de bananeiras branqueadas e tingidas com corantes reativos descritos. As amostras foram preparadas com tamanhos uniformes de 10 cm., separando as mesmas com 40 fibras para cada amostragem, as quais foram pesadas e identificadas (**Tabela 21**).

Tabela 21. Cálculo do título Tex através da pesagem de feixes com 40 fibras para cada amostragem de fibra de Bananeira.

Amostra	Comprimento (cm)	Massa do feixe (g)	Massa da fibra (g)	Média Tex (g/1000m)	Desvio Padrão Tex
1 – FE (Fibra externa) grossa + trat. algodonização	10	0,0886	0,002215	22,15	1,009
2 – FE (Fibra externa) fina + trat. algodonização	10	0,0628	0,00157	15,70	1,024
3 – FE (Fibra externa) grossa + trat. Enzimático	10	0,0742	0,001855	18,55	1,24
4 – FE (Fibra externa) fina + trat. Enzimático	10	0,0607	0,0015175	15,18	0,65
5 – FE (Fibra externa) grossa + trat. Enzimático + branqueamento	10	0,0740	0,00185	18,50	0,583
6 – FE (Fibra externa) fina + trat. Enzimático + branqueamento	10	0,0405	0,0010125	10,13	0,63
7 – FE (Fibra externa) grossa + trat. Enzimático + branqueamento + tingimento	10	0,0761	0,0019025	19,03	0,51
8 – FE (Fibra externa) fina + trat. Enzimático + branqueamento + tingimento	10	0,0331	0,0008275	8,28	0,4024
9 – FE (Fibra externa) grossa in natura	08	0,0422	0,001055	13,19	0,725
10 – FE (Fibra externa) fina in natura	08	0,0291	0,0007275	9,09	0,712
11 – FI (Fibra interna) + trat. algodonização	10	0,0548	0,00137	13,70	0,36
12 – FI (Fibra interna) + trat. Enzimático	10	0,0520	0,0013	13,00	0,3501
13 – FI (Fibra interna) + trat. Enzimático + branqueamento	10	0,0480	0,0012	12,00	0,3939
14 – FI (Fibra interna) + trat. Enzimático + branqueamento + tingimento	10	0,0444	0,00111	11.10	0,33
15 - B – FI (Fibra Interna) in natura	08	0,0262	0,000656667	8,21	1,23

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Nas **tabelas 22, 23 e 24** são apresentados a média, desvio padrão (d.p) e a percentagem de coeficiente de variação (C.V.) obtidos para as fibras de banana após

ensaios de resistência à tração utilizando o dinamômetro com célula de carga de 250N.

Tabela 22. Análises de resistência à tração das fibras de Bananeira. média, desvio padrão (d.p) e a percentagem de coeficiente de variação (C.V.)

AMOSTRA		1	2	3	4	5
Força máxima (N)	Média	6,26	5,44	3,34	2,56	3,623
	d.p	1,009	1,024	1,24	0,65	0,583
	C.V (%)	16,12	18,82	37,8	25,78	16,1
Alongamento (%)	Média	3,635	3,54	3,00	3,16	3,166
	d.p	0,627	0,514	0,73	0,63	0,52
	C.V (%)	17,26	14,52	24,65	20,39	16,44
Tenacidade (N/Tex)	Média	0,2826	0,3464	0,18	0,17	0,1958
	d.p	0,0456	0,0652	0,07	0,04	0,0315
	C.V (%)	16,12	18,82	37,8	25,78	16,1

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Tabela 23. Análises de resistência à tração das fibras de Bananeira. média, desvio padrão (d.p) e a percentagem de coeficiente de variação (C.V.)

AMOSTRA		6	7	8	9	10
Força máxima (N)	Média	2,142	2,90	1,507	2,886	2,014
	d.p	0,63	0,51	0,4024	0,725	0,712
	C.V (%)	29,39	17,95	26,69	25,11	35,35
Alongamento (%)	Média	3,259	2,80	3,171	3,644	4,644
	d.p	0,621	0,44	0,714	0,859	0,875
	C.V (%)	19,05	16,18	22,52	23,58	18,84
Tenacidade (N/Tex)	Média	0,2115	0,15	0,182	0,2188	0,2216
	d.p	0,0622	0,03	0,0486	0,0549	0,0783
	C.V (%)	29,39	17,95	26,69	25,11	35,35

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Tabela 24. Análises de resistência à tração das fibras de Bananeira. média, desvio padrão (d.p) e a percentagem de coeficiente de variação (C.V.)

AMOSTRA		11	12	13	14	15
Força máxima (N)	Média	4,01	2,292	2,34	1,74	2,76
	d.p	0,36	0,3501	0,3939	0,33	1,23
	C.V (%)	9,11	15,27	16,83	19,15	45,63
Alongamento (%)	Média	4,39	3,619	3,438	4,02	9,69
	d.p	1,02	0,644	0,582	0,72	2,51
	C.V (%)	23,65	17,79	16,91	18,29	26,45
Tenacidade (N/Tex)	Média	0,29	0,1763	0,195	0,16	0,34
	d.p	0,03	0,0269	0,0328	0,03	0,15
	C.V (%)	9,11	15,27	16,83	19,86	45,63

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

As tabelas de Carga máxima (cN); Alongamento (%) e Tenacidade (cN/Tex), também foram geradas de forma resumida e pode ser conferido no **APÊNDICE D**. A partir desses resultados foram elaboradas as **Figuras 74, 75 e 76**, com o desvio padrão referentes a carga máxima, alongamento e tenacidade das amostras de fibra de bananeira, pela comparação das médias com as barras de erro (expressas como mais ou menos o desvio padrão).

Figura 74. Médias e desvios padrão de carga máxima (cN) das amostras de fibra de bananeira (*Musa sp.*), cultivar prata AAB.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Figura 75. Médias e desvios padrão de Alongamento (%) das amostras de fibra de bananeira (*Musa sp.*), cultivar prata AAB.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Figura 76. Desvio padrão de Tenacidade (cN/Tex) das amostras de fibra de bananeira (*Musa sp.*), cultivar prata AAB.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Analisando os gráficos de carga máxima (cN), alongamento (%) e tenacidade (cN/tex), expressos nas **Figuras 74, 75, e 76** respectivamente, não se pode afirmar que haja diferença estatisticamente significativa entre os valores de média de cada

um desses parâmetros, com única exceção do valor da média de alongamento da amostra 15, muito maior com relação aos demais valores de média de alongamento.

Entretanto, analisando os valores de tenacidade, observa-se que há uma tendência indicando que os valores das amostras 1 e 2 e 15 possam ser maiores que os demais valores de tenacidade para as outras amostras. Para tanto, uma hipótese é que as amostras 1 e 2 correspondem as fibras que foram submetidas ao processo de algodonização, enquanto a mostra 15 corresponde a fibra interna da bananeira *in natura* (na qual também foi observado o maior valor de alongamento). Para as demais amostras que foram submetidas a outros processos de tratamento, tais como tratamento enzimático, branqueamento e tingimento, há uma tendência de diminuição dos valores de tenacidade, podendo indicar a possibilidade de que esses tratamentos possam influenciar negativamente a resistência da fibra de bananeira.

Os estudos de propriedades físicas das fibras extraídas do pseudocaule de bananeira (*Musa sp.*) cultivar prata AAB demonstraram uma tendência de leve diminuição nas propriedades mecânicas das fibras de bananeira que passaram pelo processo de tratamento enzimático, em relação as *fibras in natura*. Esta tendência também foi observada nos estudos realizados por Ortega (2016), nos tratamentos enzimáticos (biopectinase k) realizados nas fibras de bananeira. As fibras de bananeira internas *in natura* do cultivar prata AAB apresentaram maior tenacidade em comparação às fibras dos cultivares Grande Nine (*Cavendish AAA*); Poovan (*Mysore AAB*); *Monthan AAB* e *Nendran* (Plantain ou banana da terra AAB), e maior que o cânhamo (23,6 cN/tex), juta (23,9-27,6 cN/tex) ou algodão (24-36 cN/tex). Por outro lado, apresentaram menor tenacidade do que o linho (59,9 cN/tex), sisal (57,2 cN/tex) ou *rayon* (viscose) (56 cN/tex) investigados por Ortega et al. (2016) (**Tabela 25**).

Tabela 25. Propriedades físicas das fibras extraídas do pseudocaule de diferentes cultivares de bananeira em comparação a outras fibras vegetais.

Cultivar	Tenacidade (cN/Tex)	Desvio padrão
(1) Fibra externa fina (Prata AAB) in natura	22,16	7,83
(1) Fibra externa grossa (Prata AAB) in natura	21,88	5,49
(1) Fibra interna (Prata AAB) in natura	34,00	15,00
(1) Fibra externa fina (Prata AAB) celulase 30% + pectinase 30%, pH7, 50°C 1 h	17,00	4,00
(1) Fibra externa grossa (Prata AAB) celulase 30%+pectinase 30%, pH7,50°C 1 h	18,00	7,00
(1) Fibra interna (Prata AAB) celulase 30% + pectinase 30%, pH 7, 50°C 1 h	17,63	2,69
(2) Fibra de bananeira (<i>Musa sp.</i>)	42,80	6,5
(2) Fibra de bananeira (<i>Musa sp.</i>) + Biopectinase K a 25%, pH 4,5, 45°C por 6hs	42,00	5,4
(2) Fibra de bananeira (<i>Musa sp.</i>) + Biopectinase K a 100%, pH 4,5, 45°C por 6hs	36,80	6,3
(3) <i>Grand Nine</i> (<i>Cavendish AAA</i>)*	7,38	---
(3) <i>Poovan</i> (<i>Mysore AAB</i>)*	7,61	---
(3) <i>Monthan AAB</i> *	5,13	---
(3) <i>Nendran</i> (<i>Plantain ou banana da terra AAB</i>)*	13,25	---
(2) Cânhamo	23,60	---
(2) Juta	23,9 – 27,6	---
(2) Algodão	23 - 36	---
(2) Linho	59,90	---
(2) Sisal	57,20	---
(2) Rayon	56,00	---

*Dados originais em g/tex. A conversão para cN/tex se deu pela multiplicação da constante da gravidade ($9,81\text{m/s}^2$) e divisão por 10.

Fonte: dados de (1) Luciano Fonseca Pinheiro em comparação aos resultados de (2) Ortega, 2016; (3) Palpandian et al., 2013.

Os resultados obtidos apresentaram uma tendência das fibras de bananeira (cultivar prata AAB) ter espessuras menores se comparados aos outros cultivares do grupo AAB citados por Palpandian (2013). Os valores de Tex é uma medida da densidade linear das fibras, e decide a finura da fibra (PALPANDIAN et al., 2013). Apesar das fibras dos cultivares prata AAB apresentarem a tendência de serem mais finas, os resultados obtidos de carga máxima (cN) das fibras *in natura* e das fibras com tratamento enzimático (celulase + pectinase) foram maiores se comparados aos cultivares *Grande Nine* (*Cavendish AAA*), *Poovan* (*Mysore AAB*), *Monthan AAB* e *Nendran* (*Plantain ou banana da terra AAB*). A Fibra externa grossa (Prata AAB) com tratamento enzimático de celulase + pectinase, foi a que apresentou o maior valor de

carga máxima (cN= 334). Os valores de carga máxima (cN), alongamento (%) e a tenacidade (g / tex) decidem a resistência da fibra (PALPANDIAN et al., 2013).

Foi observado uma tendência significativa de maior alongamento das fibras do cultivar prata AAB em comparação aos outros cultivares citados por Palpandian (2013). Com exceção à fibra de bananeira *in natura* (9,69%), os demais valores superiores de alongamento podem estar relacionados ao tratamento enzimático empregado neste estudo. Foi utilizado o produto Bioprep 3000L, que na sua ficha técnica indica a possibilidade de aumento do alongamento do fio.

A tenacidade das fibras de bananeira (cultivar prata AAB) teve uma tendência de alta significativa em comparação aos outros cultivares pesquisados por Palpandian (2013). Desses comparativos, a fibra de bananeira interna (cultivar prata AAB) foi a que apresentou o maior resultado de tenacidade (34,00 cN/tex). Este alto valor pode estar relacionado ao local de extração da fibra (bainhas mais externas da palha interna). Em análise prévia das fibras, apresentavam uma alta concentração de fibras nessas extremidades, com aspecto visual e tátil de maior resistência se comparado com as fibras do meio da palha, o que pode estar relacionado ao valor elevado da tenacidade obtida nesta amostra. Ao analisar a tenacidade da fibra de bananeira do cultivar prata (AAB) a fibra externa fina (22,16 cN/tex) e a fibra interna fina (34,00 cN/tex), observa-se a tendência de menor tenacidade da fibra externa. Estes valores mais elevados em comparação as outras fibras que sofreram processos de branqueamento e tingimento (**APÊNDICE D**), pode estar relacionado a maior concentração de lignina nessas fibras sem tratamento. Entre outras funções, a lignina é responsável em aumentar a resistência a compressão e rigidez da fibra (PIRES, 2009) e um papel importante na resistência e na decomposição natural do material (MOSTAFA et al., 2015; FANGUEIRO et al., 2008) (**Tabela 26**).

Tabela 26. Propriedades físicas das fibras extraídas do pseudocaule de diferentes cultivares de bananeira em comparação entre si.

Cultivar	Tex	Carga máxima (cN)	Alongamento (%)	Tenacidade (cN/Tex)
(1) Fibra externa fina (Prata AAB) in natura	9,09	201,4	4,64	22,16
(1) Fibra externa grossa (Prata AAB) in natura	13,19	288,6	3,64	21,88
(1) Fibra interna (Prata AAB) in natura	8,21	276	9,69	34,00
(1) Fibra externa fina (Prata AAB) celulase + pectinase	15,18	256	3,16	17,00
(1) Fibra externa grossa (Prata AAB) celulase + pectinase	18,55	334	3,00	18,00
(1) Fibra interna (Prata AAB) celulase + pectinase	13,00	229,2	3,62	17,63
(2) Grand Nine (<i>Cavendish</i> AAA)*	13,33	100,2	1,02	7,38
(2) Poovan (<i>Mysore</i> AAB)*	24	186,2	1,23	7,61
(2) Monthan AAB*	22	114,97	1,34	5,13
(2) Nendran (Plantain ou banana da terra AAB)*	24,23	327,37	1,67	13,25

*Dados originais em g/tex. A conversão para cN/tex se deu pela multiplicação da constante da gravidade ($9,81\text{m/s}^2$) e divisão por 10.

Fonte: dados de (1) Luciano Fonseca Pinheiro em comparação aos resultados de (2) Palpandian et al., 2013.

6.7. Caracterização físico-química das fibras de bananeira (*Musa sp.*)

6.7.1. Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

As imagens das vistas longitudinais da fibra de bananeira, cultivar prata AAB, foram feitas em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) podem ser vistas nas **Figuras 77 a 84**, sendo que outras mais se encontram no **APÊNDICE E**. Esses primeiros testes foram realizados no laboratório de Microscopia da Universidade de Minho, Escola de engenharia Têxtil, em Portugal. As amostras foram recobertas com liga de ouro/paládio na proporção 80/20 referente ao peso da amostra. Foram feitas análises das fibras internas (FI) e externas (FE) em diversas etapas de tratamentos (**Quadro 3**).

Quadro 9. Amostras analisadas em MEV corte transversal analisada na Universidade do Minho e CBPF.

Amostra	Tipo de fibra
FE1 – Fibra in natura	Fibra externa
FE2 - Fibra c/trat. enzimático antes da extração da palha	Fibra externa
FE3 - Fibra c/trat. enzimático após a sua extração da palha	Fibra externa
FE4 – Fibra + trat. enzimático + branqueamento	Fibra externa
FI1 – Fibra in natura	Fibra interna
FI2 – Fibra c/trat. enzimático antes da extração da palha	Fibra interna
FI3 - fibra c/trat. enzimático após a sua extração palha	Fibra interna
FI4 – Fibra + trat. enzimático + branqueamento	Fibra interna

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Vista Longitudinal - *Imagens MEV da seção longitudinal da fibra de bananeira, espécie Musa sp., cultivar prata AAB, com aumento e escala, respectivamente: (a) 500x e 597 μm ; (b) 5000x e 59,7 μm (laboratório de microscopia da Universidade de Engenharia Têxtil do Minho, Portugal) Figuras 77 a 84.*

Figura 77. a) F1; b) F1.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Figura 78. a) F2; b) F2

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Figura 79. a) F3; b) F3.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 80. a) FE4 (b) FE4

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 81. a) FI1 (b) FI1

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 82. a) FI2 (b) FI2

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 83. a) FI3 (b) FI3

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 84. a) FI4 (b) FI4

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Foram observadas a presença de ranhuras, porosidades e protuberâncias, previamente observadas nas imagens de microscopia ótica, e vistas mais claramente

nas análises em MEV. Foram identificadas e distribuídas formações circulares ao longo de toda superfície das fibras internas e em menos proporções nas fibras externas de bananeira, cultivar prata AAB. Cada uma dessas formações apresentam uma cavidade (provavelmente constituído por um material orgânico, devido a cor cinza na imagem de MEV). Não foi possível identificar se houveram perdas na espessura das fibras, indicando que o tratamento não afetou a integridade das fibras, mesmo considerando que as fibras internas e externas possuem espessuras muito variadas nas duas bainhas do pseudocaule do cultivar Prata de bananeira. Uma Estrutura com orifícios identificada no cultivar Prata (AAB) (**Figura 85**).

Com caráter muito semelhante, também foi observada pelos pesquisadores Li. et al. (2010) estruturas com muitos orifícios na fibra de bananeira (**Figura 86**). Naquele estudo, os pesquisadores cogitam que esses orifícios provavelmente têm a função de controlar o transporte e distribuição de água em todo o pseudocaule da bananeira, permitindo que a bananeira seja tolerante as altas temperaturas. Os diâmetros desses orifícios variavam de 20 a 40 μm .

Figura 85. Estrutura com orifícios identificada no cultivar Prata (AAB).

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Figura 86. Estrutura celular da fibra de bananeira com orifícios.

Fonte: Li. et al., 2010.

6.7.2. Difração de raio X (DRX)

No gráfico de difração de raios X da fibra de bananeira, cultivar prata AAB, fibra interna (**Figura 87**), a intensidade do vale mínimo (I_{am}), isto é, a fração amorfa é de $18^\circ \leq 2\theta \leq 20^\circ$ ($18,64^\circ$). Já a intensidade do pico máximo (I_{002}) o qual corresponde a fração cristalina, está entre $22^\circ \leq 2\theta \leq 24^\circ$ ($22,08^\circ$).

Com os dados obtidos pelo difratograma (**Figura 87**) calculou-se o índice de cristalinidade a partir da **Equação 4**, resultando em um valor de **61,01%**.

$$I_{002} = 47753 \text{ cps e } I_{am} = 15897 \text{ cps}$$

$$I_c = \left(\frac{26990 - 10523}{26990} \right) \times 100 = \mathbf{61,01\%}$$

Figura 87. Difratoograma (DRX) da fibra de bananeira interna, cultivar prata AAB. (D5000, DIFFRAC PLUS XRD, Siemens), I002 = 26990 cps e lam = 10523 cps.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

No gráfico de difração de raios X da fibra de bananeira, cultivar prata AAB, fibra externa (**Figura 88**), a intensidade do vale mínimo (lam), isto é, a fração amorfa é de $19^\circ \leq 2\theta \leq 20^\circ$ ($19,04^\circ$). Já a intensidade do pico máximo (I002) o qual corresponde a fração cristalina, está entre $23^\circ \leq 2\theta \leq 24^\circ$ ($22,24^\circ$).

Com os dados obtidos pelo difratograma (**Figura 88**) calculou-se o índice de cristalinidade a partir da **Equação 4**, resultando em um valor de **66,71%**.

I002 = 47753 cps e lam = 15897cps.

$$I_c = \left(\frac{47753 - 15897}{47753} \right) \times 100 = 66,71\%$$

Figura 88. Difratoograma (DRX) da fibra de bananeira externa, cultivar prata AAB. (D5000, DIFFRAC PLUS XRD, Siemens), I002 = 47753 cps e lam = 15897cps.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

A média dos dois índices de cristalinidade calculados (**61,01% e 66,71%**) são mais elevados que a porcentagem de cristalinidade de outras fibras não convencionais, como milho, coco e arroz, citadas por Reddy e Yang (2005); e compatível com as fibras de folhas de abacaxi, com boas propriedades mecânicas. As fases cristalinas e amorfas das fibras de celulose afetam suas propriedades mecânicas. Quanto maior a cristalinidade, mais elevadas são as propriedades de densidade, rigidez, estabilidade dimensional e resistência química (HU e HSIEH, 2001) (**Tabela 27**).

Tabela 27. Comparativo de valores do Índice de Cristalinidade

Fibra	Comprimento (mm)	Largura (µm)	Cristalinidade (%)
casca de milho	0,5-1,5	10-20	48-50
fibra de folha de abacaxi	3-9	20-80	44-60
coco	0,3-1,0	100-450	27-33
bagaço	0,8-2,8	10-34	-
palha de trigo	0,4-3,2	8-34	55-65
palha de arroz	0,4-3,4	4-16	40
caules de sorgo	0,8-1,2	30-80	-
palha de cevada	0,7-3,1	7-24	-
Tucum	0,4 – 0,8	72,33	82,31

Fonte: Baseado nos resultados de Pennas, (2019); Reddy e Yang, (2005).

6.7.3. Espectro de infravermelho por transformada de fourier - FTIR

O equipamento Nicolet Avatar 370 foi utilizado para efetuar leituras da absorvância de raios infravermelhos refletidos pelas fibras em diferentes comprimentos de ondas, nas amostras das fibras internas e externas de Bananeira. Os espectros obtidos no ensaio de FTIR da fibra de bananeira (*Musa sp.*), cultivar prata AAB, assim como os espectros das serragens de bambu gigante (*Dendrocalamus Giganteus*), fibras de Sisal (*Agave sisalana*), Curauá (*Ananas erectifolius*) e Juta podem ser observados na **Figura 89**.

Figura 89. Espectro de FTIR realizado para fibra de banana externa (lilás) e interna (Azul) *in natura* e comparativos com diversas outras fibras: bambu gigante (vermelho), sisal (verde), curauá (roxo), juta (azul claro). em Avatar 370 intervalo 4000 a 700 cm^{-1} software Omnic 4.1.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Na **Figura 90**, pode-se observar os espectros das fibras de bananeira, cultivar prata AAB. (B) interna branqueada (com tratamento de NaOH e H_2O_2) e com tratamento enzimático (pectinase + celulase) (em roxo); (A) externa branqueada e com tratamento enzimático (em azul); fibras externas (em rosa) e internas *in natura* (em vermelho).

Figura 90. Espectro de FTIR realizado para fibra de banana branqueada interna (roxa) e externa (Azul) e *in natura* interna (vermelho) externa (rosa) em Avatar 370 intervalo 4000 a 700 cm^{-1} software Omnic 4.1.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Foram realizados comparativos em relação às fibras in natura (fibras interna e externa), através dos gráficos das **Figuras 91 e 92** (sobrepostos).

Figura 91. Espectro de FTIR realizado para fibra de banana in natura interna (vermelho) externa (rosa) em Avatar 370 intervalo 4000 a 700 cm^{-1} software Omnic 4.1

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Figura 92. Espectros sobrepostos de FTIR realizado para fibra de banana branqueada interna (vermelha) externa (rosa) ambas com tratamentos enzimáticos, em Avatar 370 intervalo 4000 a 700 cm^{-1} software Omnic 4.1.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Com relação às fibras branqueadas com tratamentos enzimáticos, obteve-se os gráficos FTIR que se encontram nas **Figuras 93 e 94**.

Figura 93. Ensaio de FTIR realizado para fibra de banana branqueada externo (vermelho) interno (roxo) ambas com tratamentos enzimáticos, em Avatar 370 intervalo 4000 a 700 cm^{-1} software Omnic 4.1.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Após identificar os componentes principais da fibra *in natura* é possível detectar as diferença físico-química destas em relação às fibras externas e internas branqueadas com tratamentos enzimáticos. Para facilitar a comparação seus gráficos foram sobrepostos no gráfico da **Figura 94**.

Figura 94. Espectros da fibra de bananeira interna *in natura* (vermelho) e branqueada (azul), e externa *in natura* (rosa) e branqueada (verde) em Avatar 370 intervalo 4000 a 700 cm^{-1} software Omnic 4.1

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

O espectro das fibras branqueadas permanece similar à das fibras in natura, pois as bandas de absorção se situam nos mesmos comprimentos de onda, no entanto em menor intensidade nas fibras branqueadas. Visto que o os espectros FTIR fornece uma análise qualitativa e semiquantitativa (HAACK, 2010), é possível afirmar que o processo de branqueamento seguido do tratamento enzimático foi capaz de diminuir os níveis tanto da celulose e de pectina (o foco da ação das enzimas), quanto de hemicelulose.

A semelhança dos espectros e principalmente a semelhança dos pontos de máxima absorbância revela que não existe uma diferença significativa na natureza ou na proporção da composição química das fibras externas e internas da bananeira. Logo a diferença entre essas duas amostras ainda que perceptível, não provém da composição química.

Quanto a natureza físico-química das amostras, é necessário realizar uma comparação com a bibliografia que indica o significado de cada banda de absorção. É importante atentar-se principalmente para a composição de carboidratos, que formam em média 80% de materiais vegetais (STUART, 2004).

A relação de bandas de absorbâncias nos diferentes comprimentos com a natureza do material vegetal apresenta-se nas **Tabelas 28 e 29**

Tabela 28. Bandas FTIR (infravermelho médio) para elementos constituintes de materiais 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.

Tabela 29. Bandas de infravermelho determinadas para material fibroso de bambu (*Dendrocalamus giganteus*), banana fibra interna (*Musa sp.* - cultivar prata), banana fibra externa (*Musa sp.* - cultivar prata), e curauá (*Ananas erectifolium*), juta (*Corchorus capsularis*) e sisal (*Agave sisalana*).

Número de onda (cm ⁻¹)						Atribuição
Banana interna	Banana externa	Curauá	Bambu	Juta	Sisal	
-----	-----	3358	-----	3382	3351	3700-3200 estiramento OH
3320	3331	-----	3331	-----	-----	3700-3200 estiramento OH
2897	2896	2920	2913	2920	2921	3700-3200 estiramento OH
-----	-----	2850	-----	-----	2854	2850 metileno simétrico estiramento C-H
1731	1729	1733	-----	1718	1736	1740-1720 aldeído alifático estiramento C = O
1603	1602	1649	1595	-----	1619	1680-1660 amida primária estiramento C = O
-----	-----	-----	1504	1504	-----	-----
1426	-----	-----	1417	1404	1421	-----
1367	-----	1371	-----	1339	1373	-----
1316	1316	-----	1318	-----	-----	-----
1243	1244	1243	1236	1244	1245	1240 estiramento C-O
1159	1160	1159	1157	1101	1154	1300-1100 estiramento C-O
-----	-----	1103	-----	-----	-----	1100 estiramento C-O-C
-----	-----	1053	-----	-----	1056	-----
1029	1031	-----	1027	1020	1033	-----
-----	-----	-----	-----	957	-----	-----
897	897	895	-----	872	-----	1000-600 flexão fora do plano = C-H
-----	-----	-----	831	849	-----	1000-600 flexão fora do plano = C-H
726						

Fonte: Adaptado de (STUART, 2004) Fonte: 1Dados Luciano Fonseca Pinheiro e Laís Kohan, analisados na Golden Technology; 2MONTEIRO, 2016; atribuições conforme interpretação das informações do livro STUART, 2004.

Analisando os resultados apresentados nas **Figuras 89 e 90** juntamente com a **Tabela 26**, é possível notar a grande semelhança em número de ondas de duas regiões, próximo a 2000 cm⁻¹ e 3500 cm⁻¹, indicando a presença de CH e OH respectivamente (SARKAR; RAY, 2001; GUIMARÃES, 2014). Estas são as principais bandas observadas nos gráficos das fibras de bananeira analisadas, o que era esperado, uma vez que todos os materiais analisados têm origem vegetal. Ainda foi possível comparar as bandas obtidas em cerca de 1000 cm⁻¹, na região chamada "impressão digital" do espectro de FTIR.

Nas análises da fibra de bananeira, as bandas 3320-3331 correspondem aos grupos hidroxilas; as bandas 1603,1243,1159 e 1029 da fibra interna e as bandas 1602, 1244, 1160 e 1031 da fibra externa representam a presença de substâncias pectínicas; as bandas de 1731-1729 e 1243-1244 revelam a presença da hemicelulose; E por fim as bandas mais expressivas de 1029-1031 e as bandas 1159-

1160 correspondem a grande presença de celulose, o que se é esperado pela natureza vegetal da fibra. Analisando os resultados e com base na literatura, é possível perceber a semelhança entre os espectros com as outras fibras comparadas e, portanto, confirmar a presença de celulose, hemicelulose e pectina na fibra estudada.

6.7.4. Thermogravimetric analysis (TGA) e DSC

Os resultados de TGA geram gráficos de variação de massa em função do aumento da temperatura, assim é possível visualizar temperaturas nas quais os distintos constituintes da fibra externa e interna se degradam, e por consequência permite estimar a composição aproximada de cada um desses constituintes. A análise DSC foi feita simultânea ao TGA, e os gráficos gerados a partir das fibras externa e interna da bananeira são evidenciados nas **Figuras 95 e 96** respectivamente. O DTGA gerado a partir da derivada primeira da curva TGA são observados na **Figura 97**. As análises também se encontram no **APÊNDICE F**, para melhor visualização.

A análise de TGA e DSC foram feitas sob aquecimento da amostra até sua decomposição, o equipamento utilizado foi o Analisador Termogravimétrico, marca Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands. As condições foram: T inicial: 30°C, Tfinal: 1000°C, rampa de aquecimento: 10C/min., atmosfera de Nitrogênio a 50mL/min e cadinho de alumina de 70 uL.

Figura 95. Curva de TGA e DSC da fibra externa da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 96. TGA e DSC da fibra externa da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Figura 97. DTGA da fibra externa da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

As análises realizadas nos gráficos de TGA avaliam o teor de umidade, a perda de peso, tempo, temperatura, bem como na sua derivada (Derivative Thermogravimetry - DTG). Nos gráficos de DSC são analisadas as temperaturas inicial e final dos picos e se são endotérmicos ou exotérmicos (SOULTANIDIS; BARRON, 2009).

O processo de degradação das fibras lignocelulósicas é dada em várias faixas de temperaturas. Entre as faixas 310°C - 360°C a celulose é degradada, enquanto a

hemicelulose se degrada entre 240°C - 310 °C, e a lignina se degrada em amplas temperaturas, entre as temperaturas 200°C - 550°C (GUIMARÃES, 2014; VRINCEANU et al., 2013)

Analisando todas as curvas dos gráficos das **Figuras 96 e 97**, três eventos podem ser observados. O primeiro evento ocorre entre a temperatura ambiente e 100°C, de caráter endotérmico, podendo ser atribuído à perda de umidade. O segundo evento pode ser observado entre aproximadamente 200°C e 380°C, de caráter exotérmico, podendo ser atribuído à degradação da celulose total. O último evento acontece de 380°C até 540°C, de caráter exotérmico, correspondente à degradação da lignina.

Deste modo, pode-se relacionar a partir os eventos ocorridos nas determinadas temperaturas com a perda de massa correspondente, evidenciados na **Figura 95**, e obter as quantidades aproximadas desses constituintes da fibra de bananeira (*Musa sp.*), cultivar prata AAB relacionados na **Tabela 30**.

Tabela 30. Estimativa das concentrações dos constituintes da fibra externa de bananeira (*Musa sp.*) cultivar prata AAB, através da análise das curvas de TGA; DTG e DSC

Constituinte	Temperatura (°C)	(%)
Umidade	Até 100	6,89
Celulose total	200 ~ 380	61,30
Lignina	380 ~ 540	26,70

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Com relação à análise das amostras de fibras internas, obteve-se os seguintes resultados:

Figura 98. TGA e DTGA da fibra interna da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Figura 99. TGA e DTGA da fibra interna da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Figura 100. DSC da fibra interna da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Ao analisar os três gráficos obtidos da fibra interna da bananeira, é possível inferir um erro experimental devido aos dados obtidos na análise de DSC na **Figura 98**. O gráfico gerado possui silhueta completamente distinta à gráficos de DSC de materiais lignocelulósicos encontrados na bibliografia.

Analisando todas as curvas dos gráficos das **Figuras 99 e 100**, três eventos podem ser observados. O primeiro evento ocorre entre a temperatura ambiente e 100°C, de caráter endotérmico, podendo ser atribuído à perda de umidade. O segundo evento pode ser observado entre aproximadamente 200°C e 380°C, de caráter exotérmico, podendo ser atribuído à degradação da celulose total. O último evento

acontece de 380°C até 540°C, de caráter exotérmico, correspondente à degradação da lignina.

Deste modo, pode-se relacionar a partir os eventos ocorridos nas determinadas temperaturas com a perda de massa correspondente, evidenciados na **Figura 100**, e obter as quantidades aproximadas desses constituintes da fibra interna de bananeira (*Musa sp.*), cultivar prata AAB relacionados na **Tabela 31**.

Tabela 31. Estimativa das concentrações dos constituintes da fibra interna de bananeira (*Musa sp.*) cultivar prata AAB, através da análise das curvas de TGA; DTG e DSC

Constituinte	Temperatura (°C)	(%)
Umidade	Até 100	6,67
Celulose total	200 ~ 380	72,81
Lignina	380 ~ 540	9,13

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

A lignina é um composto fenólico, e a seu papel principal é conferir resistência à compressão e rigidez à parede celular (RAVEN et al., 2001). Maiores teores de lignina levam a uma degradação mais lenta. Isto justifica a degradação mais rápida do Sisal comparada à degradação do Coco em ensaios feitos em laboratório por Salazar (2005, p.106). Deste modo, estes valores devem ser considerados ao se utilizar as fibras não convencionais na produção de compósitos ou em alguma outra aplicação (**Tabela 32**).

Tabela 32. Teores de Lignina em fibras Vegetais.

Tipo de fibra	% Lignina
Fibra externa de bananeira, <i>Musa sp.</i> , prata AAB	26,70
Fibra interna de bananeira, <i>Musa sp.</i> , prata AAB	9,13
Algodão	-
Juta	13
Linho	3
Sisal	11
Cânhamo	4
Coir	45
Rami	1
Tucum	21,65

Fonte: dados de fibra de bananeira (Luciano Fonseca Pinheiro); demais dados adaptados de SALAZAR, 2005; PENNAS, 2019.

Os resultados de celulose e lignina obtidos neste estudo corroboram as pesquisas feitas por MOSTAFA et al. (2015), que apresentaram em seus estudos os resultados de 56% de celulose e 17% de lignina e 11% de umidade para as bainhas mais externas de bananeira. O alto teor de lignina nos resultados obtidos no cultivar Prata (AAB) está associado à amostra em estudo ser da parte mais externa do pseudocaule, confirmando as pesquisas realizadas por Morrisons et al. (1998) e Jayaprabha et al. (2011). Em comparação ao cultivar *Nendram* AAB citado por Jayaprabha et al. (2011), o cultivar prata apresenta resultados próximos, mas com uma maior concentração de holocelulose, lignina e umidade nas bainhas externas (**Tabela 33**). Ao comparar os resultados obtidos do cultivar prata (AAB), com outros cultivares (**Tabela 34**), observa-se a faixa próxima dos resultados obtidos e a elevada concentração de lignina no cultivar Prata AAB. Este resultado pode estar relacionado ao local de extração da bainha.

Tabela 33. Comparação química em diferentes cultivares AAB, fibras mais externas do pseudocaule.

Cultivar		Umidade	Holocelulose	Lignina
<i>Prata</i>	<i>AAB</i>	6,89%	61,30%	26,70%
<i>Nendram AAB</i>		3,8%	58,2%	22,6%

Fonte: dados de bananeira Prata e Nendram AAB (Luciano Fonseca Pinheiro); demais dados adaptados de Jayaprabha et al. (2011).

Tabela 34. Propriedades químicas do pseudocaule de fibras extraídas de diferentes cultivares.

Partes usadas da extração	Cultivar	Holocelulose (%)	Lignina (%)
Fibra externa	<i>Prata (AAB)</i>	61,30	26,70
Pseudocaule	<i>Grande Nine (AAA)</i>	64,10	19,17
	<i>Poovan (AAB)</i>	70,22	16,71
	<i>Monthan (ABB)</i>	64,30	21,56
	<i>Nendran (AAB)</i>	71,31	14,39

Fonte: dados de fibra de bananeira (Luciano Fonseca Pinheiro); demais dados adaptados de PALPANDIAN et al., 2013.

Em comparação com outras fibras, incluindo duas outras fibras não convencionais de caules, fruto e folhas, e suas respectivas porcentagens das constituintes que apresentam variação entre si (**Tabela 35**).

Tabela 35. Comparação da estimativa de concentrações de hemicelulose, α -celulose e lignina em outras fibras lignocelulósicas.

FIBRA	Holocelulose (%) Celulose + Hemicelulose (%)	Lignina (%)
Fibra externa de bananeira, <i>Musa sp.</i> , prata AAB	64,92	16,68
Fibra interna de bananeira, <i>Musa sp.</i> , prata AAB	72,81	9,13
Tucum	68,43	21,65
Bambu (<i>Dendrocalamus giganteus</i>)	68,77	13,95
Tururi	74,1+12	31,1
Sisal	65-67 + 12	9,9
Fibra de coco	43	45
Curauá	73,6 + 9,9	7,5

Fonte: dados de fibra de bananeira (Luciano Fonseca Pinheiro); demais dados adaptados de Spinacé, et. al., 2009; Monteiro, 2016; Kohan, 2020; Pennas, 2019.

O teor de umidade da fibra do pseudocaule de bananeira cultivar prata AAB não apresentou grandes variabilidades em relação ao local de extração (fibra interna ou externa), e está com o valor estimado próximo as fibras de abacá (5,81) (DELICANO, 2018) e tucum (PENNAS, 2020). A **Tabela 36** apresenta o teor de umidade das fibras de bananeira (*Musa sp.*) cultivar prata AAB, em comparação a outros cultivares de bananeira e a outras fibras vegetais.

Tabela 36. Teor de umidade das fibras de bananeira (*Musa sp.*) cultivar prata AAB, em comparação a outros cultivares de bananeira e outras fibras vegetais.

Constituinte	Umidade (%)
(1) Fibra externa <i>in natura</i>	6,89
(1) Fibra externa <i>in natura</i>	6,67
(4) Bananeira (Nendran AAB)	9,1 – 9,7
(3) Bananeira (<i>Musa acuminata</i>)	9,74 (+- 1,42)
(5) Fibra Bananeira (<i>Musa sp.</i>)	11,00
(6) Fibra Bananeira (<i>Musa sp.</i>)	6,5
(2) Abacá (<i>Musa textiles</i>)	5,81
(2;6) Cânhamo	10,8 - 12
(7) Tucum	5,9
(2;3) Rami	8,5
(6) <i>Kenaf</i>	17,00
(2;6) Juta	12,6 - 13,75
(6) Sisal	11
(6) Abacaxi	11,8
(2;6) Algodão	8,5

Fonte: dados de (1) Luciano Fonseca Pinheiro em comparação a (2) Delicano, 2018; (3) Bilba et al. 2007; (4) Jayaprabha et al. 2011; (5) MOSTAFA et al., 2015; Ortega et al. 2016; (6) Sabarish et al., (2020) e (7) Pennas (2019).

Os parâmetros de caracterização têxtil da fibra encontram-se sumarizados na **Tabela 37**, a fim de facilitar a visualização.

Tabela 37. Caracterização das fibras de Bananeira (*Musa sp.*)

Caracterização das fibras de Bananeira (<i>Musa sp.</i>)	
Índice de cristalinidade – Fibra Externa (%)	66,71
Índice de cristalinidade – Fibra Interna (%)	61,01
Celulose – Fibra Externa (%)	61,30
Lignina– Fibra Externa (%)	26,70
Celulose – Fibra Interna (%)	72,81
Lignina– Fibra Interna (%)	9,13
Tenacidade – Fibra Externa grossa (cN/tex)	21,88
Tenacidade – Fibra Externa fina (cN/tex)	22,16
Alongamento – Fibra Externa grossa (%)	3,64
Alongamento – Fibra Externa fina (%)	4,64
Tenacidade – Fibra Interna (cN/tex)	34,00
Alongamento – Fibra Interna (%)	9,69
Umidade - Fibra externa <i>in natura</i>	6,89
Umidade - interna <i>in natura</i>	6,67

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

6.8. Artesãos de Ivaporunduva

Para a coleta das informações sobre o artesanato com fibra de Bananeira realizado pela comunidade quilombola de Ivaporunduva, o pesquisador no primeiro semestre de 2020 teve o primeiro contato com os responsáveis do grupo. As entrevistas foram realizadas em meio virtual, devido a pandemia de Coronavírus. A entrevista foi direcionada ao entendimento atual do grupo sobre o artesanato e design, e suas dificuldades atuais. Pode ser conferida na íntegra no **APÊNDICE B**. O direcionamento da entrevista é para a atual realidade do grupo, focado no design e nas suas dificuldades atuais, direcionamento este proposital, uma vez que o grupo já foi objeto de pesquisa ampla para a pesquisadora Santos (2005), no estudo “A atividade artesanal com a fibra de bananeira em comunidades quilombolas do Vale do Ribeira”, que naquela realidade, fez um mapeamento completo do artesanato quilombola no Vale do Ribeira, um estudo também orientado pela Prof.^a Dr.^a Maria Elisa de Paula Eduardo Garavello.

Ivaporunduva é um quilombo rural localizado no Vale do Ribeira, às margens do Rio Ribeira, município de Eldorado, São Paulo. Considerada a mais antiga das comunidades do Vale do Ribeira, é habitada por aproximadamente 400 pessoas, distribuídas em cerca de 110 famílias. A área do território tradicional soma 2.754,36

hectares. Em 2003 a Associação do Quilombo de Ivaporunduva recebeu do ITESP (Instituto de Terras do Estado de São Paulo) o título de 672,28 hectares de terras. Em 2010, o INCRA completou a titulação, registrando mais 2.035,12 hectares, em nome da Associação (FRIZERO, 2016).

Foi constatado em entrevista, segundo relatos da atual presidente do grupo de Artesãos da Comunidade de Ivaporunduva, o reconhecimento do apoio da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ da Universidade de São Paulo - USP) em 1997, prefeitura local, Sebrae, e a Superintendência do Trabalho Artesanal nas comunidades de São Paulo (SUTACO). Nesse projeto as mulheres artesãs quilombolas empregaram a fibra de bananeira em artesanato, pois esse material é abundante na Região do Vale do Ribeira e um resíduo agrícola do próprio quilombo, capaz de gerar renda com a comercialização dos produtos. Foi observado que as práticas do artesanato com palha de bananeira repassadas às artesãs nas comunidades mantiveram-se vivas e ainda hoje observa-se que além de ser uma atividade de geração de renda, contribui para a sustentabilidade ambiental destas comunidades. As mulheres que participaram dos cursos ministrados pela ESALQ, decidiram criar um grupo para iniciar a confecção das peças de fibra de bananeira e depois vendê-las que é mantido até os dias de hoje.

A atual presidente relata que durante a trajetória do grupo, existiram muitas dificuldades, altos e baixos nesse percurso, mas sempre ativos nas suas atividades, ministrando cursos e oficinas, além da venda de seus artesanatos à turistas que visitam o quilombo de Ivaporunduva, e fazem uso de outras fibras, como a fibra de taboa e cipós. No ano de 2019 o grupo de artesãs participaram do projeto Entre meadas, desenvolvido por Adélia Borges, com exposição no Sesc Vila Mariana de outros grupos de mulheres artesãs.

A comunidade conta com a Casa do Artesão, instalado na própria comunidade, criado para expor seus artesanatos. Atualmente relatam a necessidade de construir um museu para registrar a história do grupo e vender as peças criadas. Foi observado através das entrevistas, que hoje as artesãs possuem outras atividades em paralelo, como na agricultura local, ou empregos fixos fora da comunidade, exercendo junto com a função de artesã. Foi observado também a preocupação das artesãs pela dispersão do grupo, devido aos outros afazeres e trabalhos paralelos. Segundo uma

das entrevistadas o artesanato sempre foi realizado no grupo para horas vagas, como fonte de renda, reunir o grupo hoje é mais difícil.

O Artesanato confeccionado é vendido pelo grupo em feiras, eventos e através de encomendas. Todas as artesãs fabricam peças próprias e ganham renda através de cada peça vendida. Divulgam seus artesanatos via redes sociais, em feiras do SESC e outros eventos.

Na criação de uma peça nova, cada artesã tem seu padrão, faz na sua própria casa, em suas horas vagas. As peças são incrementadas da forma que cada uma acha melhor. Quando tem uma encomenda grande, essas são padronizadas. Nesse caso, o grupo se reúne no mesmo local e fazem o artesanato em conjunto. Segundo relato das entrevistadas, na criação de uma peça nova, o artesão produz um modelo e compartilha com o grupo, e após opinião de todos do grupo, decidem sobre ajustes e padronizações.

Desde as primeiras observações, constatou-se que o grupo de artesãs da comunidade quilombola de Ivaporunduva estão capacitadas para realização de oficinas, workshops e cursos de confecção de artesanatos com a fibra de bananeira, com largo conhecimento na preparação, extração e tingimento da palha de bananeira. A comunidade conta ainda com o turismo de base comunitária, fundamental para a comunidade, pois traz o turista/cliente ao grupo, e citam que a comunidade vive também da parte da renda do artesanato. Outro ponto observado na entrevista, foi o anseio por valorização das artesãs, e observam que a valorização está mais direcionada pelo turista visitante. A falta de apoio de órgãos locais também aparece como agravante, assim como uma estrutura adequada do espaço físico, equipamentos, e a falta de condições financeiras para desenvolver seus artesanatos. Foi observado que o grupo tem consciência de suas necessidades básicas, e relatam também a necessidade de apoio financeiro ou de instituições, para formar preços, capacitações com novos cursos e trocas de experiências, além das questões de vendas com pontos específicos em lojas e feiras. Outro agravante na produção do artesanato do grupo é no processo de extração das fibras. Segundo as artesãs entrevistadas, a chuva prejudica a secagem das palhas, uma vez que o grupo não possui secadoras elétricas para o beneficiamento.

6.8.1. Identificação dos processos de extração e manipulação da fibra

Em contato com o grupo de artesãs da Associação do Quilombo de Ivaporunduva, observou-se que as artesãs hoje ainda seguem muitos procedimentos e técnicas relatadas no manual de produção “A palha e o fio da Bananeira” de 1.999, desenvolvido pelo grupo de pesquisadores da ESALQ-USP e transmitido via oficinas ao grupo na década de 90. O grupo utiliza os diversos tipos de palhas, como as palhas, rústica, renda e externa. Além da palha lateral, que são retiradas das laterais da bainha, usadas como fios para costuras, devido sua alta resistência (GARAVELLO, 1999) e segundo relato das artesãs, o processo de secagem da fibra é feito no sol como descrito no manual, uma vez que as artesãs procuram utilizar fibras mais claras. Resumidamente, seguem os seguintes passos: coleta, fatiamento, desfiamento, lavagem e secagem. Neste processo, as palhas de bananeiras devem estar maleáveis para serem manuseadas, ou seja, não podem estar secas demais, e caso isto ocorra, devem ser umedecidas novamente antes de serem utilizadas em trabalhos artesanais.

Atualmente o processo de beneficiamento de fibras finas não é empregado, pois demanda de uso de uma desfibragem mecânica, que a Associação não possui. (Figuras 101 e 102)

Figura 101. Processo de extração da palha das bainhas do pseudocaule de bananeira.

Foto: site quilombosdoribera.org.br.

Figura 102: Processo de tratamento e secagem da palha do pseudocaule de bananeira.

Fonte: ISA, 2006.

6.8.2. Artesanatos com a fibra de bananeira no Quilombo de Ivaporunduva

O grupo de associadas do quilombo de Ivaporunduva faz confecções de peças de decoração, como abajur, almofadas, jogo americano, bandejas trançadas e decupadas, descanso de panelas, porta copos, esteiras, travesseiros, luminárias, capachos, tapetes. Na linha de acessórios como bolsas, carteiras, chapéus, dentre outros.

Para confecção das peças, que são realizados de forma rústica e artesanal, as artesãs utilizam técnicas ancestrais, como teares de pente liço, tear de pedal, torção à mão e diversos usos de trançados para alças de bolsas e confecções de cordas. Observou que utilizam suas próprias técnicas ancestrais como trançados e os padrões ensinados pelo grupo de pesquisadores da ESALQ-USP (GARAVELLO, 2005) para manipulação da fibra, como o processo de umedecê-la levemente antes de começar os trabalhos. As artesãs também criam diversos padrões no tear, com utilização de fibras de diversas espessuras. As fibras utilizadas no tear são denominadas de roxinha, renda, branquinha, e são escolhidas de acordo o padrão têxtil que pretendem criar. Geralmente, cada associada se especializa em determinado tipo de técnica que mais lhe agrada. São ministradas oficinas à novas artesãs e entre as artesãs antigas, para trocas de técnicas têxteis (**Figuras 103, 104 e 105**).

Figura 103. Artesã do Quilombo de Ivaporunduva ensinando a técnica em tear manual em oficina ministrado no SESC.

Fonte: Quilombo de Ivaporunduva.

Figura 104a. Almofada de palha de bananeira confeccionada em Tear manual. Foto: rede social (*facebook*) do grupo quilombo Ivaporunduva. **Figura 101b.** Bolsa feita palha de bananeira confeccionada em Tear manual.

Foto: site quilombosdoribera.org.br.

Figura 105. Artesã de Ivaporunduva confeccionando tecido em Tear manual

Foto: ISA, 2006.

6.9. Tecidos confeccionados neste estudo de fibra de bananeira (*Musa sp.*)

O tecido plano de fibra de bananeira (*Musa sp.*) foi confeccionado com o fio artesanal produzido pelo pesquisador, utilizou-se um tear manual de mesa, do fabricante Arte viva. As amostras de tecidos foram feitas com 10 fios de urdume e 2 fios na trama (intercalando esses fios através dos fios do urdume). O tecido tem uma aparência brilhosa visualmente, de aspecto sedoso. Através desta técnica empregada, foi possível confeccionar um tecido de espessura fina com tramas fechadas, devido proximidade entre os fios do urdume, proporcionado pelo tear escolhido (**Figuras 106 e 107**).

Figura 106. (a). Tear com fios de trama e urdume. (b). Amostras de tecidos planos (trama e urdume) 100% fibra de bananeira (*Musa sp.*)

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Figura 107. Detalhes das Amostras de tecidos planos de fibra de bananeira (*Musa sp.*)

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

O tecido das **figuras 108 a/b** foram confeccionados com 1 cabo de fio de bananeira, em ponto arroz (2 pontos meias e 2 tricôs alternando suas posições a cada carreira da agulha) e a **Figura 109** temos um tecido confeccionado com 2 cabos de fios em ponto meia e tricô (frente e verso). Pode-se concluir que é possível fazer uso do fio, mesmo que obtido de forma artesanal para tecidos circulares, como a malha de tricô. O tecido feito com apenas um cabo apresentou-se mais frágil devido os espaçamentos dos pontos. O tecido confeccionado com padronagem simples meia/tricô apresentou-se esteticamente mais chamativo, realçou o brilho da fibra, e a trama aparentemente mostra-se mais resistente. Outros testes devem ser realizados, como testes mecânicos, lavagem, degradação, de modo a aprimorar e garantir durabilidade ao uso desta fibra.

Figura 108. (a/b). Detalhes das Amostras de tecido em malha de fibra de bananeira. Ponto arroz (*Musa sp.*)

(a)

(b)

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Figura 109. (a/b) Detalhes das Amostras de tecido em malha de fibra de bananeira (*Musa sp.*). Ponto meia e tricô.

(a)

(b)

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

6.10. Dimensões

As amostras feitas no tear manual foram medidas em régua (modelo NA-036, marca: Classe), no sentido da largura e comprimento. Foram realizadas três medições em pontos diferentes de cada amostra (**Figuras 110 a 112**).

Figura 110. Medidas das amostras de tecidos. Amostra 1. Medidas: 4x1,5cm.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 111. Medidas das amostras de tecidos. Amostra 2. Medidas: 3,5x1,5cm.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Fig. 112. Medidas das amostras de tecidos. Amostra 3. Medidas: 3x1,5cm.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

6.11. Aplicabilidades têxteis da fibra de bananeira

Através das pesquisas realizadas em ambiente virtual, artigos científicos e instituições como ONGS, empresas e cooperativas de artesanatos, pode-se identificar as inúmeras aplicabilidades têxteis da fibra de bananeira no Brasil e alguns outros países. Foram identificados: aplicações em têxteis técnicos de diversas áreas como engenharia, têxteis de moda e decoração. No **Quadro 11** estão listados alguns dos diversos usos da fibra de bananeira encontradas.

Quadro 11. Aplicações têxteis da fibra de bananeira.

ÁREA DE APLICAÇÃO	TIPO DE FIBRA	LOCAL/PRODUTOR	Técnica empregada	MATERIAL DESENVOLVIDO
Têxteis artesanais Decoração Linha casa Acessórios Tapeçaria	Palha Interna	Associação Mulheres de Fibras. Maragogi. Alagoas.	Técnicas de bordados do Filé, típicos da região de Maragogi. O grupo de artesãs utiliza uma rede de base, feita em algodão e esticada em um tear de madeira. Sobre esta base, a fibra de bananeira já em fios é bordada com uma agulha, formando pontos como o arrozinho, oito oitenta, filé, esteirinha, flor mimosa, olho de pombo. A cooperativa faz uso de outras técnicas. (ARTESOL, 2020)
Têxteis artesanais Decoração Linha casa Acessórios Tapeçaria	Palha interna Palha externa Fios rústicos de palha	Associação Quilombola Ivaporunduva. Vale do Ribeira, SP	Tecelagem em tear manual, técnicas de cestaria, decupagem artesanal. O grupo utiliza as técnicas aprendidas nos primeiros anos de sua formação, através das oficinas da Esalq Usp.
Têxteis artesanais Decoração Linha casa Acessórios Tapeçaria	Palha interna Palha externa Fios rústicos de palha	Associação Banarte. Vale do Ribeira, SP	Tecelagem em tear manual, técnicas de cestaria, decupagem artesanal. O grupo utiliza as técnicas aprendidas nos primeiros anos de sua formação, através das oficinas da Esalq Usp.
Têxteis artesanais Decoração Linha casa Acessórios Tapeçaria	Palha externa	Associação Fibras da serra	Técnica cestaria, trançado manual com palha externa de bananeira. O grupo faz uso de outras técnicas como Tecelagem em tear manual, técnicas de decupagem artesanal e crochê
Têxteis artesanais Acessórios	Palha interna/externa Fios rústicos de palha	Empresa Banana Brazil. Artesã Delta Sueli dos Santos Crivelini	Tricô de agulha. Bolsa feita de forma manual com fibra de bananeira orgânica e materiais reutilizados.

Têxteis artesanais
Acessórios

Palha externa
Fios rústicos de palha

Empresa Banana Brazil. Artesã Delta Sueli dos Santos Crivelini

Crochê. Colar feito de forma manual com palha de bananeira orgânica e materiais reutilizados.

Têxteis artesanais
Acessórios

Palha externa
Fios rústicos de palha

Empresa Banana Brazil. Artesã Delta Sueli dos Santos Crivelini

Macramê. Bolsa feita de forma manual com palha de bananeira orgânica e materiais reutilizados.

Têxteis artesanais
Moda

Fibra Interna

Okinawa. Japão

Tear manual. Técnica desenvolvida desde o séc. XIII por artesãos de Okinawa. A fibra é extraída da palha do pseudocaulo da bananeira, cozida em processo próximo ao processo de mercerização, fiada, tingida e tecida em tear manual.

Têxteis artesanais
Moda

Fibra Interna

Índia.
Anakaputhur

Tear manual. Têxteis feitos com mesclas de fibras como seda e fibra de bananeira, confeccionado em tear manual. O processo produtivo geralmente é todo artesanal, desde a extração até a confecção do tecido.

Têxtil Industrial
Moda

Fibra externa

Suíça. Bananatex

Têxteis feitos de tecido não tecido da externa fibra de bananeira, confeccionado de forma industrial. Impermeável com ceras naturais.

Têxtil Industrial
Moda
Chapelaria

Fibra de Bananeira

Philipinas – América Central

Tecelagem. Têxtil *Sinamay* com fibras finas de abacá e mesclas de outras fibras, como seda, abacaxi, algodão. Muito utilizado pela chapelaria europeia.

Têxteis artesanais Moda	Fibra Interna - renda	Insecta Shoes. São Paulo. Brasil	Shoes. Tear manual. Tecido feito de fibra de bananeira pela Artesã Ana Banana para a marca Insecta Shoes.	
Têxteis do lar. Tapeçaria	Fibra Externa	Brasil. Campainha das fibras. Minas Gerais. Brasil	Tear. Uso do cordão rústico de palha externa mesclado com outros tipos de fibras como algodão. A empresa utiliza outras padronagens de tapetes com fibras de juta, chenile e couro camurça mesclados ao fio rústico de algodão.	
Arte	Fibras trituradas	Cooperativa Mariense de Artesanato. Gente de Fibra, Maria da Fé, Minas Gerais. Brasil.	Compósito artesanal de papel reciclado, fibra de bananeira e aglutinantes, feitos de forma artesanal.	
Arte Decoração Têxtil Tapeçaria	Palha externa	Brasil. Cooperativa Mariense de Artesanato. Gente de Fibra, Maria da Fé, Minas Gerais. Brasil	Fiação Artesanal. Corda rústica feita com palha externa de bananeira.	
Arte	Fibra de bananeira.	Brasil. Joyce Saturnino. Acervo da artista.	Fibra de bananeira aplicadas a técnicas semelhantes a fabricação de papel artesanal, moldadas em forma de silicone no formato da obra.	
Arte Design Decoração	Fibra de bananeira do pseudocaule e outras partes da planta como engaço.	Brasil. Estúdio Kamori e diversos grupos de artesãos.	Técnica artesanal de fabricação de papel japonês. Usados para elaboração de luminárias, encadernação, impressos, gravuras e outros usos.

Design e Palha externa Empresa Marchetaria. Luminária feita
Decoração FIBANDCO, comum tecido não tecido
Papeliária 2020. França. da fibra de bananeira.

Design Palhas Tamoios Marchetaria. Utiliza-se a palha
Decoração externas e Tecnologia e externa do pseudocaule.
Papeliária internas. diversas comunidades de
através de um processo de
colagem sobre uma superfície,
como madeira, papel ou
tecidos.

Têxteis Palhas Brasil. Loureiro, Manta geotêxtil feito de palha
Técnicos Internas e Guerra. (2013) de bananeira, com trançado de
Engenharia externas cordoaria, feito de forma
artesanal para aplicação em
áreas de erosão.

Têxteis Palhas Empresa Marchetaria. Compósito de
Técnicos externas/internas FIBANDCO, MDF e palha de bananeira.
Engenharia Compósitos 2020. França. Placa com micro furos, usados
para isolamento acústico.

Têxteis Fibras, Yellow Pallet. Compósitos de fibra de banana
Técnicos aglutinantes e Holanda. para produção de paletes. A
Engenharia polímeros com fibra é prensada em alta
temperatura, com mistura de
aglutinantes e polímeros
sintéticos.

Têxteis Fibras, Alemanha. Compósitos termoplásticos e
Técnicos aglutinantes e Crysler/Mercedez fibra de abacá para produção
Engenharia polímeros Benz. de componentes internos da
linha mercedez e compósitos
para melhorar abrasão dos
pneus.

Têxteis Fibras de Empresa indiana Utilização de fibras de
Técnicos Bananeira SATHISPADS, absorvente por sua
Engenharia processadas com apoio do MIT característica higroscópica. A
Compósitos EUA. 2020. empresa produz absorventes
com outras fibras como bambu.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, a questão ambiental é o assunto recorrente diversos setores da indústria têxtil e outras áreas técnicas. Buscam-se alternativas ditas “sustentáveis” em substituição as técnicas e modelos ultrapassados de produção e consumo. Entretanto, até que ponto podemos dizer que uma tecnologia é de fato amigável ao meio ambiente e as pessoas e que contribuem a um ambiente “saudável”, seja na redução de poluentes, na inovação com tecnologias limpas e preservação do bem imaterial. Não sabemos. Porém, podemos sim chegar mais próximo dessas soluções, através de um olhar investigativo multidisciplinar.

Na indústria têxtil por exemplo, que abarca inúmeras possibilidades de inovação, seja na conexão com setores produtivos como a agricultura (um setor que investe em tecnologia e inovação) mas que no Brasil por exemplo, um dos maiores produtores agrícolas mundiais, gerando milhões em receitas e produtos alimentícios, contribuiu para a inexistência de um olhar “óbvio” que é possível reutilizar os resíduos causadores de poluição deste setor para a área têxtil, agregando valores no seu beneficiamento. Através desta investigação, podemos observar claramente essas inúmeras oportunidades, que poderia abrir novas frentes de trabalho, possibilitar o desenvolvimento de novas tecnologias para o uso têxtil, além do uso das fibras não convencionais em diversas áreas da indústria técnica. Desde modo, agrega-se valor comercial a um material que antes era descartado, ou seja, um agente poluidor ambiental. Sabe-se que hoje a grande maioria dos resíduos do setor agricultor são utilizados para outros fins, como geração de energia, fertilizantes e como compósitos, mas existe uma grande demanda de resíduos descartados sem uso, que poderiam ser melhor empregados na indústria têxtil.

Ao se estudar com profundidade a origem das coisas, ou buscar a tal “sustentabilidade”, uma investigação intangível se faz necessária. Hora, se vamos estudar uma fibra vegetal e entender sobre as possibilidades de seu uso, devemos entender sobre os seus primeiros usos, resgatar as suas técnicas ancestrais, entender sobre as suas influências. A herança indígena, caiçara, quilombola e camponesa é de fato fundamental para esta pesquisa. Nesse sentido, a origem das coisas deve ser considerada sempre, principalmente na área de têxtil e moda.

O olhar transdisciplinar contribuiu para as primeiras pesquisas sobre a fibra de bananeira, que tem como base as primeiras contribuições realizadas pelos

pesquisadores da ESALQ USP, que observou que existe a possibilidade de utilizar as matérias-primas regionais, próximas aos locais de beneficiamento, como resíduos agroindustriais, de modo a contribuir para estimular uma consciência ambiental, social e econômica regional, na qual os benefícios são intangíveis, transformando a vida desses atores aliados à preservação ambiental.

Ao se reduzir a produção de novos materiais, em cada etapa da cadeia têxtil e de confecção, se reduz o consumo de recursos naturais que muitas vezes não são renováveis. A ampliação do tempo de vida dos produtos, ao máximo, também contribui para sustentabilidade. E quando os produtos forem descartados é preciso que sejam reutilizados, ou reciclados para se tornar matéria-prima para novos produtos.

A possibilidade de novas conexões com diversos departamentos da Universidade de São Paulo e outras universidades de diferentes áreas acadêmicas é uma oportunidade única aos estudantes das universidades públicas, na qual o aluno tem a possibilidade de ampliar seu universo de pesquisa.

As fibras de bananeira (*Musa sp.*), cultivar prata (AAB) possuem uma grande relevância para muitas comunidades tradicionais ribeirinhas, já que são usadas para a confecção de artesanatos que serão vendidos em feiras tradicionais, complementando a renda local. Neste contexto, ao investigar a fibra de bananeira para as aplicações têxteis, esse trabalho não se limitou a simples pesquisas laboratoriais ou revisões bibliográficas, ao contrário disto, buscou conectar os diversos setores técnicos, as questões sociais, ambientais, questionamentos tangíveis e intangíveis que abarcou esta pesquisa. De fato, ao final deste mestrado foi possível compreender a importância do aprofundamento do tema investigado, além de observar a importância do suporte das diversos setores que abarcam o têxtil. Pode-se considerar de extrema importância as conexões entre unidades da própria universidade, como as parcerias com a ESALQ, FZEA, FAU e POLI (todas unidades da USP) e interuniversidades, como as parcerias realizadas para esta pesquisa com a Universidade do Minho em Portugal e UNIFESP (Diadema – SP) para testes laboratoriais e outros ensaios práticos.

Esta pesquisa possibilitou um entendimento maior do valor da produção artesanal, que é diferente da lógica do consumo em massa. Entende-se que a pesquisa transdisciplinar possa contribuir e melhorar as relações entre esses atores. A intervenção não deve ser pautada em interferir na produção ou artefato para ampliar

seu acesso ao mercado, mas abrir a possibilidade de sustentabilidade do artesão de uma maneira sistêmica e com isso, o valor econômico será uma consequência deste valor intangível, cultural e social. É importante o contato do designer com grupos de artesanatos tradicionais, possibilitando a sustentabilidade do artesão, melhorias dos processos, autossuficiência, desde que sejam realizados de maneira sistemática, com metodologias específicas, respeitando a herança cultural e limites entre as atribuições exercidas por cada agente ou ator envolvido.

Diante disto, é importante ressaltar o papel dos órgãos públicos, universidades e professores a estimularem pesquisas multidisciplinares e transdisciplinares para a solução de problemas complexos. Não se deve haver limitações de pesquisas, e as interrelações são necessárias se quisermos ter um entendimento aprofundado de um determinado assunto. Desde modo, foi possível associar a esta pesquisa as mais profundas relações, seja o meio ambiente, o social, as informações técnicas do material, o seu uso para o mercado e a projeção futura. Nesta visão holística só é possível gerar resultados quando existe o apoio e esforço conjunto de professores (orientação), parceiros de pesquisa, do investigador e do entendimento mais amplo do objeto a ser investigado, e do não reducionismo. Somente deste modo, existe a possibilidade de contribuir de fato a uma visão ampla e formadora de opinião de um determinado assunto, trazendo a luz novas possibilidades e questionamentos sobre o objeto de pesquisa. Desde modo, não existe um esgotamento sobre o objeto de pesquisa, ao contrário disto, existe um universo novo e cheio de possibilidades ao aluno de investigar os fatos com maior veracidade, amplitude de olhar, possibilitando contribuir de fato para uma visão tridimensional e projetada a uma melhor análise, interpretação e solução do objeto investigado.

As contribuições futuras devem estar direcionadas em conectar as instituições acadêmicas, pesquisadores, órgãos privados e o setor têxtil com objetivo de criar soluções verdadeiramente eficazes e de menor impacto ao ambiente e seus atores, com investigação profunda dos fatos. Esse olhar deve estar direcionado as pessoas, ao ambiente, a cultura e ao social. Uma solução apenas econômica não resolve as questões abarcadas para uma vida sustentável. Adaptações de tecnologias e uma visão multidisciplinar irá contribuir na substituição de tecnologias ultrapassadas e não empáticas ao setor têxtil.

Como sugestões para trabalhos futuros este autor propõe:

- Mapeamento de todos os cultivares de bananeira existentes no Brasil e seu potencial de aproveitabilidade (ambiental, alimentar, técnico, biotecnológico, têxtil, etc.);
- Comparativos entre os outros processos têxteis industriais das fibras não convencionais (como juta, sisal) e verificar a possibilidade de adaptação desses processos aplicados a fibra de bananeira;
- Pesquisar as origens e como é formado o artesanato tradicional do vale do Ribeira, e como são dadas as relações dos seus atores com ambiente local, com o mercado tradicional mais amplo, e quais são suas possíveis barreiras e desafios enfrentados. Também pesquisar o que seria necessário para preservar seus valores, melhorar suas relações internas e externas, e contribuir para um valor unificado, respeitando as características deste ambiente.

8. CONCLUSÕES

Este estudo relatou o processo de extração e beneficiamento da fibra de bananeira pela comunidade Ribeirinha do Quilombo de Ivaporunduva (Vale do Ribeira - SP). Também foram realizados ensaios de branqueamento e tingimento, e determinação das características físico-químicas da fibra de bananeira (cultivar prata AAB) (ensaios tênséis, MEV, DSC, TGA, FTIR, análise de cor e brancura, e DRX). Esses resultados foram comparados com os de fibras de reconhecida empregabilidade têxtil e foram feitas sugestões de uso com foco em aplicações técnicas e design.

Os principais valores encontrados da caracterização das fibras de bananeira foram: Celulose – Fibra Externa 61,30% e fibra Interna 72,81%; Lignina – Fibra Externa: 26,70% e Fibra interna 9,13%; Índice de cristalinidade – fibra externa 66,71%; fibra interna 61,01%; Brancura Berger – fibra externa 22,88 e fibra interna 10,33.

A análise de TGA e DSC revelaram a porcentagem das constituintes da fibra externa, que foram, 63.3% de celulose e 24.8% de lignina, no entanto não foi possível realizar uma análise comparativa destes resultados com a as de fibra internas devido à um possível erro experimental.

Com as comparações feitas com fibras de reconhecida empregabilidade têxtil, encontrou-se similaridade com outras fibras, como o abacaxi e o sisal, o que podem orientar os possíveis caminhos para a sua aplicabilidade.

O banho de celulase e pectinase foi eficaz ao degradar parte da pectina e da celulose presente na fibra, pois foi capaz de diminuir os níveis destes constituintes (o foco da ação das enzimas), mas também afetou os níveis de hemicelulose. Portanto o tratamento com Bioprep e MAZYME NBT pode afetar componentes que não são seus focos de ação.

Dos países produtores de fibras, a Filipinas aparece com grande desenvolvimento na área de pesquisa tecnológica e de produção, seguido de Índia e outros países asiáticos. Apesar do desenvolvimento, esses países ainda não atingiram sua potencialidade máxima para a exploração da fibra de bananeira em produtos têxteis. O trabalho *Philippine Textile Research Institute*, da Filipinas, pioneiro em melhorar o processo de produção e beneficiamento da fibra de bananeira, promete um futuro promissor no desenvolvimento de produtos têxteis à base da fibra de bananeira, como alternativa sustentável na indústria têxtil de moda.

Foi constatado no grupo de Artesãos da Comunidade de Ivaporunduva, o reconhecimento do apoio da ESALQ – USP em 1997, prefeitura local, Sebrae, e a SUTACO. As mulheres artesãs quilombolas empregam a fibra de bananeira em artesanato, pois esse material é abundante na Região do Vale do Ribeira e um resíduo agrícola do próprio quilombo, capaz de gerar renda com a comercialização dos produtos. Foi observado que as práticas do artesanato com palha de bananeira repassadas às artesãs nas comunidades mantiveram-se vivas e ainda hoje observa-se que além de ser uma atividade de geração de renda, contribui para a sustentabilidade ambiental destas comunidades.

Deste modo, ao reconhecimento dos limites de renovação ambiental, atuação social e a utilização de técnicas adequadas, aplicação de design e matérias-primas disponíveis somam-se os novos critérios e novos modelos. É importante o contato do designer com grupos de artesanatos tradicionais, possibilitando a sustentabilidade do artesão, melhorias dos processos, autossuficiência, desde que sejam realizados de maneira sistemática, com metodologias específicas, respeitando a herança cultural e limites entre as atribuições exercidas por cada agente ou ator envolvido.

Assim, estimulam-se melhorias das atividades dos atores, a conexão com o mercado local e nacional, e contribui para salvaguardar e valorizar a cultural tradicional.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAVAR- **Associação dos Bananicultores do Vale do Ribeira**. DISPONÍVEL EM: <http://abavar.com.br/> CAPTURADO EM: 09 de abril de 2019.
- ABBONIZIO, Marco Aurélio de Oliveira. Aproximação teórico das intervenções no artesanato com os princípios pedagógicos de Paulo Freire: caminhos para uma prática emancipatória/Marco Aurélio de Oliveira Abbonizio – Curitiba, 2009. 134f.
- AD&P** - Mercedes Goes Bananas. 2005. Notable. Disponível em: <https://www.adandp.media/articles/mercedes-goes-bananas> Acesso em: 02 fev. 2018.
- ADEITUN, A. **Evaluation of geochemical inputs from potencial geotextile plant fibres (banana leaf, banana stem, banana leaf-stem, Miscanthus giganteus and Buriti palm)**. MSc Thesis. University of Wolverhampton – School of Applied Sciences, 2011.
- ALBARELLI, J.Q., RABELO, R.B., SANTOS, D.T., BEPPU, M.M., MEIRELES, M.A.A. **Effects of supercritical carbon oxide on waste banana peels for heavy metal removal**. The Journal of supercritical Fluids, 58, pp. 343-351 (2011).
- ALBINANTE, S.R; PACHECO, E.B.A.V; VISCONTE, L.L.Y; BATISTA, L.N. **Caracterização química e física das fibras de bananeira dos tipos d'água (*Musa sapientum*) e prata (*Musa balbisiana*)**. Anais do 11º Congresso Brasileiro de Polímeros – Campos do Jordão, SP – 16 a 20 de outubro de 2011.
- ALÉCIO et al – **Desenvolvimento de novos produtos a partir de resíduos da bananeira e gesso** - Anais Eletrônico IX EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica UniCesumar, nov. 2015, n. 9, p. 4-8 ISBN 978-85-8084-996-7
- ALIX, S., PHILIPPE, E., BESSADOK, A., LEBRUN, L., MORVAN, C., MARAIS, S. **Effect of chemical treatments on water sorption and mechanical properties of flax fibres.**, Bioresource Technology, Vol. 100, 2009, pp. 4742–4749.
- ALMEIDA, P. **Usos e costumes**. Revista do Arquivo Municipal, São Paulo, n. 104, p. 79, 1945.
- AL-OQLA F.M, SALIT, M.S. Materials selection for natural fiber composites. **Woodhead Publishing**, Cambridge, 2017.
- ANDRASSY, M.; PEZELJ, E.; SURINA, R. **Improving the modification of technical flax fibers**. Faculty of Textile Technology, University of Zagreb, Croácia, 2013.
- AQUITEX – Acabamentos Químicos Têxteis S.A. **BIOPREP 3000L. Informação Técnica. Enzima para realização de “bioscoursing”**. 16 nov. 2017a. Disponível em: www.aquitex.pt Acesso em 20 jul. 2019.
- AQUITEX – Acabamentos Químicos Têxteis S.A. **MAZYME NTB. Informação Técnica. Enzima para realização de “biopolishing”**. 16 nov. 2017b. Disponível em: www.aquitex.pt Acesso em 20 jul. 2019.

ARAÚJO, M.; MELO E CASTRO, E.M. **Manual de Engenharia Têxtil**. v. 1 e v. 2. Fundação Calouste Gulbekian, Lisboa (Portugal), 1984. 1648 p

BALEY, C., **Analysis of the flax fibres tensile behaviour and analysis of the tensile stiffness increase.**, Composites: Part A, Vol. 33, 2002, pp. 939–948.

BANALINK, 2019. Tudo sobre bananas. Disponível em: <http://www.bananalink.org.uk/all-about-bananas.pdf>. Capturado em 09 de abril de 2019.

BANANATEX. Site. Bananatex, a textile (R)evolution. Disponível em: <https://www.bananatex.info/> Capturado em: 20 dez. 2020.

BANNA et al – **Fibras de bananeira como material de engenharia** – XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – 03 a 06 Out. Blumenau SC – COBENGE 2011 - UFPA, Programa de Pós-graduação em Eng. Mecânica e Faculdade de Engenharia Mecânica.

BAYER – FIBRAS 100%. Qualidade final: Algodão. **Revista Bayer CropScience**, v. jun/05, p. 3-4, 2005.

BESSLER, Karl E. NEDER, Amarilis de V. Finageiv. **Química em Tubos de Ensaio: Uma Abordagem para Principiantes** São Paulo: Edgard Blücher, p. 175, 2004.

BHATTACHARYYA, R.; DAVIES, K.; FULLEN, M.A.; BOOTH, C.A. **-Effects of palm-mat geotextiles on the conservation of Loamy Sand soils in East Shropshire, UK.** In: DAZZI, Carmelo & COSTANTINI, Edoardo (Editors). *Advances in GeoEcology* 39. CATENA VERLAG, 2008a. p.527-538.

BILBA, K.; ARSENE, M.-A.; QUESANGA, A. **Study of Banana and Coconut Fibers: Botanical Composition**, Thermal Degradation and Textural Observation, *Journal of Bioresource Technology*, 98:5868, 2007.

BISANDA, E. T. N., **The Effect of Alkali Treatment on the Adhesion Characteristics of Sisal Fibres.**, *Applied composite Materials*, Vol. 7, 2000, pp. 331–339.

BONSIEPE, Gui. (coord.). **Metodologia experimental: desenho industrial**. Brasília: CNPq/Coordenação editorial; 82 p. 1984.

BONSIEPE, Gui. **Design como prática de projeto**. São Paulo: Blucher, 214 p. 2012.

BONSIEPE, Gui. **Design, cultura e sociedade** / Gui Bonsiepe. – São Paulo: Blucher, 2011.

BORCIA, G.; ANDERSON, C. A.; BROWN, N. M. D. **Surface treatment of natural and synthetic textiles using a dielectric barrier discharge**, Surf. Coat. Technol. 201 (2006) 3074-3081.

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

BOTELHO, E.N. **Desenvolvimento econômico através do artesanato com um recurso ambiental local em dois municípios do Estado de São Paulo**. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Piracicaba, SP, 2018. 60p.

BOUCHARD, J.; LÉGER, S.; CHORNET, E. Qualification of residual polymeric families present in thermo-mechanical an chemically pretreated lignocellulosics via thermal analysis. **Biomass**, v.9, n.3, p.161-171, 1986.

BÜRDEK, Bernhard E. **História, teoria e prática do design de produtos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

CABRAL, Fabrícia Guimarães Sobral. **Saberes Sobrepostos: design e artesanato na produção de objetos culturais**. 146 f. Dissertação (*Mestrado em Design*) - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br>>. Acesso em: 25/07/2007.

CALLUM, Y. X.; HILL, A.S.; XIAO, Z.; MILITZ, H.; MAI, C. **Silane coupling agents used for natural fiber/polymer composites: A review**, Composites: Part A, 2010, 4,1 pp.806–819.

CAPLAN, S.D. **Experimentos para Usos Sustentáveis com Fibra de Bananeira. Departamento de Arquitetura**.PUC-RIO.2015. DISPONÍVEL EM: http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2015/relatorios_pdf/ctch/ARQ/ARQ-Stephanie_Caplan.pdf CAPTURADO EM: 21 ago. 2017.

CARNIATTO, Izamara Vanessa. **Gestão de design e artesanato: uma abordagem com base na pesquisa-ação**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Paraná. 2018. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/17860/iza.pdf?sequence=1> Acesso em: 22/07/2020.

CARVALHO, A.C. **Fabricação e Caracterização de Compósitos à base de Resina Epóxi e Fibras de Bananeira**. Universidade Federal de São João Del Rei. 2015. DISPONÍVEL EM: <https://ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppmec/Adriana%20Caldas.pdf> CAPTURADO EM: 21 ago. 2015.

CARVALHO, R.J.S – **Territorialidade da Comunidade de Pescadores Artesanais: Praia do Perequê, Guarujá - S** - UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO. CAMPO GRANDE. 2010. DISPONÍVEL EM: <http://site.ucdb.br/public/md->

dissertacoes/8104-territorialidade-da-comunidade-de-pescadores-artesanais-praia-do-pereque-guaruja-sp.pdf. CAPTURADO EM: 22 Ago. 2017.

CATANNI, I.M. et al. **Fibra de Buriti (*mauritia flexuosa mart.*) e Aplicações em Produtos Têxteis.** DISPONÍVEL EM: <http://www.contextmod.net.br/index.php/segundo/article/viewFile/54/85>. CAPTURADO EM 21 ago. 17. 2º Congresso Científico Têxtil e de Moda. 20 a 22 de maio de 2014 – São Paulo – Brasil

CAÚRIO, R. **Artêxtil no Brasil: viagem pelo mundo da tapeçaria.** Rio de Janeiro: ed. Primor, 1985.

COATS, CORRENTE. **Fios especiais.** Disponível em: www.coatscorrente.com.br Acesso em: 24 de julho de 2019.

CORTEZ et al - **DR. Raul Moreira e Bananicultura no vale do Ribeira. 2017.** DISPONÍVEL EM: <http://www.todafruta.com.br/dr-raul-moreira-e-a-bananicultura-no-vale-do-ribeira/> CAPTURADO EM: 21 ago. 2017.

COSTA, A.L.B. **Avaliação de amaciadores para uso na indústria têxtil.** 2014. 65f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Biológica) Universidade do Minho. Guimarães, 2014.

CRONQUIST, A. **An Integrated system of classification of flowering plants.** New York: Columbia University Press, 1981, 1262p.

CRUZ, J.; FANGUEIRO, R. - **Surface modification of natural fibers: a review . International Symposium on "Novel Structural Skins: Improving sustainability and efficiency through new structural textile materials and designs".** Procedia Engineering 155, 2016 p. 285 – 288 . Universidade de Minho, Guimarães. Portugal. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/44169/1/2_2016%20Surface%20modification%20of%20natural%20fibers%20a%20review.pdf Capturado em: 02 fev. 2018

CUELLAR, A., MUNOZ, I. - **Fibra de guadua como refuerzo de matrices poliméricas.**, Revista Dyna, Vol. 162, 2010, pp. 137-142.

DAIGO, M. **Pequena história da imigração japonesa no Brasil.** Tradução: Masato Ninomiya. Associação para comemoração do centenário da imigração japonesa no Brasil. Ed. Gráfica Paulos. 93p. Disponível em: <http://www.imigrantesjaponeses.com.br/iminbrasil/Pequena%20Historia%20da%20migracao%20Japonesa%20no%20Brasil.pdf> Acesso em: 24 janeiro 2021.

DAMASCENO, S. M. B.; SILVA, F. T. F.; FRANCISCO, A. C **Sustentabilidade do processo de tingimento do tecido de algodão orgânico.** In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção; São Paulo, 2010.

DE FUSCO, Renato. **Historia del diseño.** Barcelona: Santa & Cole, 2005.

DELANEZ et al. **A Atividade Artesanal com Fibra de Bananeira em comunidades Quilombolas do Vale do Ribeira**. VII Seminário de Pesquisas sobre Projetos para situação de enchentes. DISPONÍVEL EM: http://www.usp.br/noah/wp-content/uploads/2013/08/Larissa-Delanez_A-atividade-artesanal-com-fibra-de-bananeira.pdf CAPTURADO EM: 21 ago. 2017

DELICANO, J. A. **A review on abaca fiber reinforced composites**, Composite Interfaces, (2018) 25:12, 1039-1066, DOI: 10.1080/09276440.2018.1464856

DEMARCHI, C.A – **Aplicabilidade de Placas de Fibras de Bananeira: Produção, Caracterização e Absorção Sonora** – Universidade Estadual de Londrina – Paraná. 2010

DENIS, Rafael Cardoso. **Uma introdução à história do design**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

DIEGUES, A. C. **A pesca artesanal no litoral brasileiro: cenários e estratégias para sua sobrevivência**. 1988. IO/USP/FFord/IUCN, São Paulo, Brasil, 44pp.

DIEGUES, A. C. S. **Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar**. São Paulo: Ática, 1983. (Ensaio, 94).

DIEGUES, Antonio Carlos Sant'Ana. **O mito moderno da natureza intocada**. 3.ed. São Paulo: Hucitec, 2000.

DIEGUES, Carlos Antônio. **A mudança como modelo cultural: o caso da cultura caiçara e a urbanização**. In: DIEGUES, Carlos Antônio. Enciclopédia Caiçara. São Paulo: Hucitec, v. 1, 2004. p. 21 – 48.

DORLFES, Gillo. **O Design Industrial e a sua estética**. Lisboa: Presença, 1978.

ECOGREENUNIT. **Eco Friendly Solutions to the people of India**. DISPONÍVEL EM: http://www.ecogreenunit.org/about_us.htm CAPTURADO EM: 22 ago. 2017.

ECOIDEAZ. **Producing Banana Fiber and Paper from Waste**. DISPONÍVEL EM: <http://www.ecoideaz.com/innovative-green-ideas/producing-banana-fiber-and-paper-from-waste> CAPTURADO EM: 22 Ago. 2017.

EGBUJUO, C.I. - **Geochemical characterization of banana, buriti palm, jute and coir geotextiles**. MSc Thesis. University of Wolverhampton – School of Applied Sciences, 2012. 97p.

EGUCHI, Haroldo Coltri; PINHEIRO, Olimpio José. Design versus artesanato: identidades e contrastes. **Estudos em Design**, v. 18, n. 2, p. 1673-1679, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/134807>>.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Concept**. Reino Unido, 2017. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>>. Acesso em: 20 jan 2021.

EMBRAPA – Agência de Informação – Banana Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/arvore/AG01_29_41020068055.html Capturado em: 21/08/2017 Capturado em 21 Ago. 17.

EMBRAPA. 2019. Base de dados dos produtos. Bananas. Referência: ano 2017. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/brasil/banana/banana_brasil.htm Capturado em 08 de abril de 2019.

EXPORTERSINDIA. GIRI BANANA FIBER. Site de produtos. Disponível em: <https://www.exportersindia.com/giri-agriculture/other-products.htm> / Capturado em: 12 dez 2020.

EXPORTERSINDIA. Yashprabha. DISPONÍVEL EM: <https://www.exportersindia.com/yashprabha-eco-agri-products-pvt/> / **CAPTURADO EM:** 23 Ago. 2020;

EZEMA, I.C., et al. **Effect of Surface Treatment and Fiber Orientation on the Tensile and Morphological Properties of Banana Stem Fiber Reinforced Natural Rubber Composite.** 2014. Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering, 2, 216-222. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4236/jmmce.2014.23026> Capturado em 02 fev. 2018.

FANGUEIRO, R.; MUKHOPADHYAY, S. – **Banana Fibers Variability and Fracture Behaviour** Raul fangueiro. Journal of Engineered Fibers and Fabrics Volume 3, Issue 2—2008 39 Disponível em: www.jeejournal.org. Capturado em: 06 fev. 2018.

FAO. 2018. Banana - world exports. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Bananas/Documents/Banana_Review_Update_December_2018.pdf Capturado em 09 de abril de 2019.

FAO. 2018. Banana Market Review Preliminary Results 2018. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Bananas/Documents/Banana_Review_Update_December_2018.pdf Capturado em 09 de abril de 2019.

FAO. 2018. Banana Statistical compendium 2017. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Bananas/Documents/Banana_Review_Update_December_2018.pdf Capturado em 09 de abril de 2019.

FERREIRA, E. L. **Corantes Naturais da Flora Brasileira: Guia Prático de tingimento com plantas.** Curitiba: Optagraf Editora e Gráfica Ltda, 1998.

FERREIRA, E.B. **Corantes naturais da flora brasileira: guia prático de tingimento com plantas**. Rio de Janeiro: Obtagraf, 1998.

FIGUEIREDO, P.S. **A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental**. Piracicaba: UNIMEP, 1995. P. 47-56.

FILGUEIRAS, A. ; FANGUEIRO, A.; RAPHAELLI, N. **A Importância de Fibras e Fios no Design de Têxteis Destinados à Prática Desportiva**. The Role of Fibres and Yarns in the Design of Textiles for Sport Activities. Estudos em Design 15.1 (2008). Rev. da Associação Estudos em Design - PUC-Rio Disponível em: <http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br> Capturado em: 19 abril 2021.

FINKIELSZTEJN **-Sistemas Modulares Têxteis como aproveitamento de Fibras Naturais**. Rio de Janeiro. Ago.2006. DISPONÍVEL EM: PUC-Rio – Certificação Digital Nº 0410887/CA

FLETCHER, K; GROSE, L. **Moda e sustentabilidade: design para a mudança**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2011.

FLUSSER, Vilém. **O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação**. São Paulo: Cosac Naify, 2007.

FONTANELLA, B.J.B.; CAMPOS, C.J.G.; TURATO, E.R. **Coleta de dados na pesquisa clínica-qualitativa: uso de entrevistas não redigidas de questões abertas por profissionais da saúde**. 2006. Revista Latino-americana de Enfermagem. V.14, n. 5. 10p.

FREITAS, Ana Luiza Cerqueira. **Design e artesanato: uma experiência de inserção da metodologia de projeto de produto** [livro eletrônico] / Ana Luiza Cerqueira de Freitas — São Paulo: Blucher Acadêmico, 2017. 130 p.

Frizero, Mariana Gonçalves **Quilombo Ivaporunduva** / Mariana Gonçalves Frizero. - Belo Horizonte : FAFICH, 2016.

FULLEN, M.A. e GUERRA, A.J.T. **The potencial of palm (Borassus) mat geotextiles as a soil conservation technique**. Anais do IV Simpósio Nacional de Geomorfologia. São Luís, 2002.

GAÑAN et al. **Biological Natural Retting for Determining the Hierarchical Structuration of Banana Fibers**. *Macromol. Biosci.* **2004**, 4, 978–983. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]

GARAVELLO M. E. P. E.; COSTA, E. E. M. **A experiência com a fibra da bananeira no Vale do Ribeira: uma contribuição à reflexão sobre a política e gestão educacional**. In: Congresso Latino-Americano de Administración de la Educación. 2002, Santiago. Anais... Santiago: CLAE, 2002. 1 CD-ROM

GARAVELLO, M. E. P. E. **Avaliação técnica, econômica e socioambiental da atividade artesanal no quilombo de Ivaporunduva**, Vale do Ribeira (SP). Relatório de Pesquisa – FAPESP. Processo nº 2003/07171-3. Piracicaba, ESALQ/USP, 2005.

GARAVELLO, M. E. P. E. **Banana- artesanato: parcerias e inovações para a geração de renda**. In: CALDERÓN, A. I.; SAMPAIO, H. (Org.). Extensão universitária: ação comunitária em universidades brasileiras. 2002. p. 95-103.

GARAVELLO, M. E. P. E. **Projeto de Avaliação Técnica, Econômica e Socioambiental da Atividade Artesanal no Quilombo de Ivaporunduva, Vale do Ribeira, SP**. Piracicaba: ESALQ. Depto. Economia, Administração e Sociologia, 2007. 48 p. Relatório parcial apresentado à FAPESP – Processo n. 2003/07171-3.

GARAVELLO, M. E. P. E.; MOLINA, S. M. G.; SOFNER, M. L.; PERCHES, V. E. M.; CORAZZA, A.P. 1998. **A fibra de bananeira como matéria prima no design**. In: P&D DESIGN, Rio de Janeiro, 1998. Anais... Rio de Janeiro, 1998. p. 751-758.

GARAVELLO, M. E. P. E.; SILVA, M. R.; SANTOS, K. M. P. **Artesanías con fibra de banano en la perspectiva de la multifuncionalidad en comunidades quilombolas**. Revista Interciências. Caracas. Vol.33(1), 2008, p. 34-40.

GARAVELLO, M. E. P. E.; MOLINA, S. M. G.; SILVA, M. R. F. da. **A experiência do artesanato com fibra de bananeira, desafios e perspectivas de utilização de um resíduo local**. Revista Interdisciplinar dos Centros e Núcleos da Unicamp. Campinas, v 9, 2009. No prelo

GARAVELLO, M.E.P.E. et. al. **A palha e o fio da bananeira - manual de produção**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1999.

GARGALACA, P. **Índice de Brancura Berger**. Disponível em: <http://pedrogargalaca.blogspot.com/2012/10/indice-de-brancura-berger.html?view=flipcard> Acesso em: 04 out. 2019.

GHAVAMI, K. **Materiais e Tecnologias não convencionais para o Século XXI**. (2014). Materials Research Proceedings 7 (2018) 750-755. Doi <http://dx.doi.org/10.21741/9781945291838-73>

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONZALEZ, A.V., CERVANTES, J. M., OLAYO, R., FRANCO, P. J.H. - **Effect of fiber surface treatment on the fiber–matrix bond strength of natural fiber reinforced composites.**, Composites: Part B, Vol. 30, 1999, pp. 309–320

GUANGDONG. **Philippines uses the banana and pineapple fiber production environmental protection textile.** (InputDate:2012-2-24). DISPONÍVEL EM: <http://www.butex.com.cn/en/news.asp?id=34&cmd=look>. CAPTURADO EM 30 Ago. 2017.

GUIMARÃES, M.; NOVACK, K. M.; BOTARO, V.R. **Estudos das características físico-químicas das fibras têxteis vegetais de espécies Malvaceae.**2014. 169f. Dissertação (Pós-graduação em têxtil e moda – Escola de Artes e Humanidades) Universidade de São Paulo (SP) 2014.

HAACK, M.S. **Análise dos materiais por espectroscopia por infravermelho dentro do sistema de gestão de qualidade conforme ABNT NBR ISSO/IEC/ 17025.** Trabalho de conclusão de curso – QUI, Instituto de Química. Universidade do Rio Grande do Sul, 2010, 50 p.

HANAZAKI, N. 2001. **Ecologia de caíçaras: Uso de recursos e dieta.** Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, ISSN 0103 – 1643

HAVLOVÁ, M. (2013) **Air Permeability and Costructional Parameters of Woven Fabrics.** Fibres & Textiles in Eastern Europe, 98, 84-89.

HIJIOKA, A. **Minka – Casa dos imigrantes japoneses no vale do ribeira** / Tese de doutorado. Akemi Hijioka; orientador Akemi Ino. São Carlos, 2015.

HOMMA, AKO. **O Desenvolvimento da agroindústria no estado do Pará.** Saber. Ciências e Tec. Exatas, Belém, v.3, Edição especial, p.49-76, 2001. Disponível em: [http:// https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/403795/1/4725.pdf](http://https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/403795/1/4725.pdf) D Capturado em: 02 fev. 2018

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

HU, X. P.; HSIEH, Y. L. **Effects of dehydration on the crystalline structure and strength of developing cotton fibers.** Textile Research Journal, v. 71, n. 3, p. 231 – 239, Princeton, 2001.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. DISPONÍVEL EM: www.sidra.ibge.gov.br. CAPTURADO EM: 20 ago. 2017

IBRAHIM, N.A. EL-GAMAL A.R. GOUDA, M. MAHROUS, F. **A new approach for natural dyeing and functional finishing of cotton cellulose**, Carbohydrate Polymers pp. 1205–1211, 82, 2010.

IMPRESA NACIONAL. **PORTARIA Nº 1.007-SEI, DE 11 DE JUNHO DE 2018**. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/34932949/do1-2018-08-01-portaria-n-1-007-sei-de-11-de-junho-de-2018-34932930 Acesso em:28/07/2020.

JAYAPRABHA, et al. **Manila Banana Pseudostem Characterization and Its Fiber Property Evaluation on Physical and Bioextraction**, (2011) Journal of Natural Fibers, 8:3, 149-160, DOI: 10.1080/15440478.2011.601614

JACOB et al. **Novel process for the simultaneous extraction and degumming of banana fibers under solid-state cultivation**. *Braz. J. Microbiol.* **2008**, 39, 115–121. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]

JACOB, N.; NILADEVI, K.N.; ANISHA, G.S.; PREMA, P. - **Hydrolysis of pectin: An enzymatic approach and its applications in banana fiber processing**. *Microbiol. Res.* 2008, 163, 538–544.

Japan Echo Inc. 2005. Banana Stem Become Denim-like Cloth. Domestic Japanese News Source. 1-6. DOI= <http://web-japan.org/trends/science/sci040105.html>

JUSTICZ-SMITH, N.G.; JUNIUR VIRGO, G.E.; BUCHANAN, V.E. **Potential of Jamaican banana, coconut, coconut and bagasse fibers as composite materials**. *Characterization of Material*, 59 (9): 1273 - 1278. 2008.

KASHYAP, D.R., VOHRA, P.K., CHOPRA, S., TEWARI, R., 2001. **Applications of pectinase in the commercial sector: a review**. *Bioresour. Technol.* 77, 215–227.

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

KINNARINEN, T.; HÄKKINEN, A. - **Influence of enzyme loading on enzymatic hydrolysis of cardboard waste and size distribution of the resulting fiber residue**. *Bioresour. Technol.* 2014, 159, 136–142.

KOHAN, L. **Sustentabilidade em calçados: panorama brasileiro, materiais e contribuição de material para solado** / Laís Kohan; orientadora, Julia Baruque Ramos. – São Paulo, 2020, 204 f. :il.

KULKARNI, A. G., SATYANARAYANA, K. G., ROHATGI, P. K., VIJAYAN, K.- **Mechanical properties of banana fibres (*Musa sapientum*)**. *Journal of Materials Science*, Vol. 18, 1983, pp. 2290-2296.

LI, K.; FU, S.; ZHAN, H.; ZHAN, Y.; LUCIA, LA. **Chemistry of banana pseudocaude, structure**. Bioresources, 5 (2): 576- 585.2010

LI, X., TABIL, L. G., PANIGRAHI, S. **Chemical Treatments of Natural Fiber for Use in Natural Fiber-Reinforced Composites: A Review.**, Journal of Polymers and Environment, Vol. 15, 2007, pp. 25–33.

Li. et al. **Analysis of the chemical composition and morphological structure of banana psudo-stem**. BioResources. 5. 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/41847123_Analysis_of_the_chemical_composition_and_morphological_structure_of_banana_psudo-stem/citation/download Capturado em 101 jan. 2021.

LICHTEMBERG et al. **Avanços da Bananicultura Brasileira**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, Volume Especial, E. 029-036, outubro 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33nspe1/a05v33nspe1.pdf> Capturado em: 23 ago 2017.

LOMOV, S.V; VERPOEST, I.; ROBITAILLE, F. **Manufacturing and internal geometry of textiles**. A.C. Long (Ed.), Design and manufacture of textile composites CRC Press, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge (England) (2005), pp. 1-61

LOUREIRO, H.A.S. **Monitoramento e diagnóstico de áreas degradadas na bacia hidrográfica do rio São Pedro (RJ): estudos experimentais em voçoroca e utilização de geotêxteis de fibra de bananeira**. Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGG. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. 216p, 2013.

LOUREIRO, H.A.S.; GUERRA, A.J.T. – **Recuperação de áreas degradadas por erosão: estudo de caso em área piloto, com utilização de geotêxteis de fibra de bananeira** – Macaé/RJ. VII Congresso Estadual de Agronomia AEARJ – Associação de Engenheiros Agrônomos do Estado do Rio de Janeiro Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Campus Seropédica 23 a 24 de outubro de 2013

LUCAS, E. F.; SOARES, B.G.; MONTEIRO, E. **Caracterização e polímeros: Determinação de peso molecular e análise térmica**. Rio de Janeiro: Editora E-papers, 2013, 366.p.

LUNA et al. **Experimentos utilizando a Fibra de Bananeira para Fins Têxteis**. Londrina, 2016. DISPONÍVEL EM: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/projetica/article/viewFile/22833/20621> CAPTURADO EM: 21 ago. 2017

MADSEN, B.; GAMSTEDT, E.K. **Review article: wood versus plant fibers: similarities and differences in composite applications.** Adv Mat Sci Eng. 2013;2013, Hindawi. DOI:10.1155/2013/564346

MARINHO, Heliana. **Artesanato: tendências do segmento e oportunidades de negócios.** Rio de Janeiro: Sebrae, 2007. Disponível em: [http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/1E54FD5A8D8594EE8325735B006E1BBE/\\$File/NT0003610A.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/1E54FD5A8D8594EE8325735B006E1BBE/$File/NT0003610A.pdf). Acesso em: 21 de outubro de 2012.

MARTINS, Adriana Pacheco; SANCHES, Regina Aparecida. **Assessment of coconut fibers for textile applications. Matéria (Rio J.)** Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, e12428, 2019. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762019000300340&lng=en&nrm=iso. access on 13 Feb. 2020. Epub Sep 16, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620190003.0743>.

MARTINS, Adriana Pacheco; SANCHES, Regina Aparecida; SILVA, Pedro Luíz Rodrigues da. **Estudo sobre a aplicabilidade de fibras de coco em artigos têxteis.** In: *Pesquisas em design, gestão e tecnologia de Têxtil e Moda: 2º semestre de 2014*[S.l: s.n.], 2016.

MARTINS, G. A. **Metodologias convencionais e não-convencionais e a pesquisa em Administração.** Caderno de Pesquisas em Administração. São Paulo, 1994.

MCEACHRAM, 2015. **Forget about cotton, we could be making textiles from banana and pineapple.** Guardian sustainable business. sustainable fashion. DISPONÍVEL EM: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/sustainable-fashion-blog/2015/mar/03/wearable-pineapple-banana-fruit-fashion-material> CAPTURADO EM 21 ago. 2017

MEENA, C.R.; KULKARNI, N. - **A study on banana fibre clothing.** NATIONAL INSTITUTE OF FASHION TECHNOLOGY MUMBAI 2017. Disponível em: <http://14.139.111.26/jspui/bitstream/1/571/1/MANOGNA%20AVUNOORI.pdf> Capturado em: 02 fev. 2018

MENDES, Mariuze D.; QUELUZ, Gilson. Design e artesanato: reflexões sobre uma abordagem não retificadora nas pesquisas e interações com as comunidades in: **Design e Cultura.** Curitiba: Editora Sol, 2005.

MERTON, R.K. **On theoretical sociology: five essays.** Old and new. New York (NY): Free Press; 1967

MISNON, M.I. **Cotton waste for composite reinforcement.** Universiti Teknologi MARA, Shah Alam, Selangor Universiti Teknologi MARA, Malaysia (2007)

MISNON, M.I.; M.M, islam; EPAARACHCHI, J.A.; LAU, K. **Potentiality of utilising natural textile materials for engineering composites applications**, Materials & Design, Volume 59, 2014, Pages 359-368, ISSN 0261-3069, DOI <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.03.022>.
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306914002088>)

MODEFICA, FGVces, REGENERATE. **Fios da Moda: Perspectiva Sistêmica Para Circularidade.** São Paulo, 2020.

MOHD, E. A. M., AKIL, H., ZAINAL, A. M. I. - **Chemical modification of kenaf fibers**, Materials Letters, Vol. 6, 2007, pp. 2023–2025.

MONTEIRO, A.S. **Tururi (Manicaria Saccifera Gaertn.): caracterização têxtil, processo e técnicas artesanais em comunidade local amazônica (PA_Brasil)**/Amanda Sousa Monteiro; orientadora, Julia Baruque Ramos. – São Paulo, 2016 115 f. :il.

MORAIS, J.P.S. **Procedimentos para análise lignocelulósica.** / por João Paulo Saraiva Morais, Morsyleide de Freitas Rosa e José Manoel Marconcini. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010.

MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo.** Campinas: Cargil, 1987.

MORGAN, R.; RICKSON, J. – **Soil erosion control: importance of geomorphological information.** In: HOOKE, J.M. Geomorphology in environmental planning. John Wiley & Sons Ltd, 1988.

MORGAN, R.P.C. **Soil Erosion and Conservation.** 3rd edition. England: Blackwell Publishing, 2005.

MORRISONS, T.A.; JUNG, A.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D. **Composition of the cell wall of maize internodes of variable maturation.** Crop Science ,1998, 38: 455 - 460.

MOSTAFA et al. **Effect of Banana Fibers on the Compressive and Flexural Strength of Compressed Earth Blocks.** DISPONÍVEL EM: <http://www.mdpi.com/2075-5309/5/1/282/htm> – Capturado em 21 ago.

17. 2015, 5(1), 282-296; doi:10.3390/buildings5010282. EISSN 2075-5309 Published by MDPI AG, Basel, Switzerland.

MULLER, D. H.; KROBJILOWSKI, A. **New Discovery in the Properties of Composite Reinforced with Natural Fibers**, Journal of Industrial Textiles, 33: 111130, 2003.

MUSSOLINI, G. **Ensaios de antropologia indígena e caiçara**. São Paulo: Paz e Terra, 1980.

MWAIKAMBO, L. **Review of the History, Properties and Application of Plant Fibres**. African Journal of Science and Technology, 7, 121. (2006)

NEIVA, G.S. 1990 **Subsídios para a Política Pesqueira Nacional. Terminal Pesqueiro de Santos TPS**. 64p.

NIPPO. COLONIZAÇÃO: **Os imigrantes no Vale do Ribeira**. Nippo. Especial 112 anos. Disponível em: <https://patrimoniovaledoribeira.files.wordpress.com/2015/01/japoneses-no-vale-do-ribeira.jpg> Acesso em: 24 janeiro 2021.

NOMURA et al. **Avaliação agrônômica de genótipos de bananeiras em condições subtropicais, Vale do Ribeira**, SÃO PAULO – BRASIL. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 35, n. 1, p. 112-122, março 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v35n1/14.pdf> Capturado em: 21 ago. 2017.

OBMERGA et al. **Dost's textile institute makes tropical fiber processing cheaper, easier**. 2014. Philippine Textile Research Institute. Disponível em: <http://www.ptri.dost.gov.ph/news-feeds/2-uncategorised/95-dost-s-textile-institute-makes-tropical-fiber-processing-cheaper-easier> Capturado em: 21 ago. 2017.

OFFSETWAREHOUSE. Site de produtos têxteis. DISPONÍVEL EM: <https://www.offsetwarehouse.com/about-us.html> CAPTURADO EM: 29 Ago. 2017.

OGIMI VILA. Site. **Bashôfu**. Disponível em: http://kanko.vill.ogimi.okinawa.jp/village/bashofu/index_po.html Capturado em: 31 dez. 2020.

OGUNSILE, B.O.; OMOTOSO, M.A.; ONILUDE, M.A. **Comparative Soda Pulps from the Mid-Rib Pseudostem and Stalk of *Musa paradisiaca***. J Biol Sci. 2006;6(6):1047–1052.

OLIVEIRA, F.; ERKENS, L.; FANGUEIRO, R.; SOUTO, A. **Surface Modification of Banana Fibers by DBD Plasma Treatment**, Plasma Chemistry and Plasma Processing, 2012, 32, pp.259-273.

Oliveira, F.R. **Tingimento da poliamida 6 . 6 com corantes ácidos , reactivos e directos após modificação superficial com descarga plasmática de Dupla Barreira Dielétrica (DBD)**. Dissertação (Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao Grau de Mestre em Engenharia Têxtil). Universidade do Minho. 2007.

OLIVEIRA, F.R., ERKENS, L., FANGUEIRO, R. et al. **Plasma Chem Plasma Process** (2012) 32: 259. Escola de Engenharia – universidade do Minho, Portugal. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11090-012-9354-3>. Capturado em: 02 fev. 2018.

OLIVEIRA, F.R.; GALVÃO, F.M.F.; SILVA, T.L.T.; SILVA, K.K.O.S.; NASCIMENTO, J.H.O.; SOUTO, A.P.; ZILLE, A. - **Tingimentos naturais na fibra de bananeira: uma proposta sustentável para o artesanato do Cariri cearense** Ciência e Sustentabilidade – CeS | Juazeiro do Norte, v. 3, n. 2, p. 46-63, jul/jdez 2017 | ISSN 2447-4606 46. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/35895/3/2015c%20Oliveira%20et%20al.pdf> Capturado em 02 de fev. 2018.

ORTEGA, Z; MORÓN, M.; MONZÓN, M.D.; BADALLÓ, P.; PAZ, R.- **Production of Banana Fiber Yarns for Technical Textile Reinforced Composites**. Materials 2016, 9, 370; Departamento de Ingeniería de Procesos, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Spain.

OSORIO, J.C.M.; BARACALDO, R.R.; FLOREZ, J.J.O. - **The influence of alkali treatment on banana fibre's mechanical properties** INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN VOL. 32 No. 1, APRIL - 2012 (83-87)

PAB. Tocantins recebe gestores para discutir o fomento do artesanato brasileiro. Programa do artesanato brasileiro. Disponível em: <http://www.artesanatobrasileiro.gov.br/noticia/53> Acesso em: 24/07/2020.

PAES, S.R. **A Herança Indígena na Cultura Caiçara*** Cad. Pesq., São Luís, v. 17, n. 3, set/dez. 2010.

PALPANDIAN, P.; BALAKRISHNA, M.G. **Physical and Chemical Properties of Banana Fibre Extracted from Commercial Banana Cultivars Grown in Tamilnadu State**. (2013). Agrotechnology. 01. 10.4172/2168-9881.S11-008.

PENNAS, L.G.A. **Caracterização têxtil da fibra do Tucun (*Astrocaryum chambira Burret*)**/ Lais Gonçalves de Andrade Pennas; orientadora, Julia Baruque Ramos. – 2019 169 f. :il.

PEREIRA, José Carlos da Costa. Artesanato – definições, evolução e ação do Ministério do Trabalho – **Programa Nacional de Desenvolvimento do Artesanato**. Brasília: Ministério do Trabalho. 1979.

PEREIRA, José Carlos da Costa. Op. cit. e YAIR, Karen et al. Design through making: crafts knowledge as facilitator to collaborative new product development. **Design Studies**. Great Britain: Elsevier Science Ltd. n. 20. p.495-515. 1999.

PEREIRA, P.H.F.; WATASHI, C.Y.; BROCKS, T.; BENINI, K.C.C.C.; VOORWALD, H. J. C.; CIOFFI, M. O. **Mechanical and Thermal Characterization of Banana Pell Fibers/HPDE composites**. ECCM15 - 15TH EUROPEAN CONFERENCE ON COMPOSITE MATERIALS, Venice, Italy, 24-28 June 2012.

PERRIER, X.; Tézenas du Montcel, H. 1990. **Musaid: a computerized determination system**. p.76-91. In: Jarret, R. (ed.). **Proceedings of Identification of Genetic Diversity in the genus *Musa***, Los Banos (PHL), 1988/09/05-10. **Identification of Genetic diversity in the genus *Musa***: Proceedings of an International Workshop. INIBAP, Montpellier, France.

PEZZOLO, D.B. **Tecidos: história, tramas e usos**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007.

PICKERING, L. Properties and performance of natural-fibre composites. **Woodhead Publishing and Maney Publishing on behalf of The Institute of Materials, Minerals & Mining**, p. 15-16, ISBN: 978-1-84569-267-4. Cambridge, England, 2008.

PIMENTA, P.B.F. **Estudo da coloração de uma nova fibra natural de origem vegetal na indústria têxtil**. 2015. 120 f. Dissertação (Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao Grau de Mestre em Engenharia Têxtil). Universidade do Minho. Guimarães. 2015.

PINHEIRO, L., KOHAN, L., DUARTE, L.O. et al. **Biomordants and new alternatives to the sustainable natural fiber dyeings**. SN Appl. Sci. 1, 1356 (2019) <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1384-5>.

PINO et al. **A cultura da Banana no Estado de São Paulo**. Informações Econômicas, SP, v.30, n.6, jun. 2000. DISPONÍVEL EM: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/ie/2000/tec2-0600.pdf> CAPTURADO EM: 23 ago. 2017.

PIRES, J.S.C – **Fibras Naturais:Características químicas e potenciais aplicações.** DISPONÍVEL EM :

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/120614/pires_jsc_tcc_botib.pdf?sequence=1 CAPTURADO EM: 21 ago. 17. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Instituto de Biociências Campus de Botucatu. 2009

PITIMANEEYAKUL, U. **Banana Fiber: Environmental Friendly Fabric.** King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, THAILAND. 2012. Disponível em: http://webistem.com/psi2009/output_directory/cd1/Data/articles/000082.pdf Capturado em: 02 fev. 2018.

PORTO, C. **Macrocenários da Amazônia 2000-2020.** Revista Parcerias Estratégicas, n. 12, p.186, set./2001. Centro de Estudos Estratégicos do Ministério da Ciência e Tecnologia.

PRUSTY, A.K. TRUPTI DAS, A. NAYAK, N.B. Das. **Colourimetric analysis and antimicrobial study of natural dyes and dyed silk**, Journal of Cleaner Production pp. 1750- 1756, 18, 2010.

QUEIROZ, R. S. **Aplicabilidade de Fibras Vegetais Alternativas Brasileiras na Produção de Materiais Têxteis.** 2007. Monografia (Iniciação Científica CNPQ – Escola de Artes, Ciência e Humanidades). Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2007.

RAMAPAZZO, E.F. **Aspectos gerais da cultura da banana: Produção, Aspectos morfológicos, Planejamento dos pomares.** Instituto EMATER. Governo do Estado do Paraná.

RAMIRES et al. - **A Pesca e os Pescadores Artesanais de Ilhabela** (SP, Brasil. Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 38(3): 231 – 246, 2012.

RAMIRES et al. - **Etnoecologia caiçara: o conhecimento dos pescadores artesanais sobre aspectos ecológicos da pesca.**2006. DISPONÍVEL EM: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/20785/18880> CAPTURADO EM: 23 ago. 2017.- Biotemas, 20 (1): 101-113, março de 2007

RANI, K., JAIPURA, L.; BEHERA, B. **Comfort Behavior of Unconventional Natural Fiber Based Union Fabrics.** (2019). *Journal of Textile Science and Technology*, 5, 125-133. doi: [10.4236/jtst.2019.54011](https://doi.org/10.4236/jtst.2019.54011).

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHORN, S.E. **Biologia Vegetal.** Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro - RJ, 2001.

REALE, Miguel. **Lições preliminares de direito.** 25.ed. São Paulo: Saraiva, 2000.

REDDY, N.; YANG, Y. Biofibers from agricultural byproducts for industrial applications, **Trends in Biotechnology**, Volume 23, Issue 1, 2005, Pages 22-27, ISSN 0167-7799, <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2004.11.002>.

REDDY, N.; YAN, Y. **Properties and potential applications of natural cellulose fibers from comhusks**. Green Chemistry. V.&, n. 4, p. 190-195, 2005.

REHMAN, S., et al - **Production of plant cell wall degrading enzymes by monoculture and co-culture of *Aspergillus niger* and *Aspergillus terreus* under SSF of banana peels**. Braz. J. Microbiol. [online]. 2014, vol.45, n.4, pp.1485-1492. ISSN 1517-8382. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-83822014000400045>.

RIBEIRO, L.G.; ANDRADE FILHO, J. **Introdução à Engenharia Têxtil**. v. 1 (208 p.), v. 2 (214 p.), v.3. (196 p.) SENAI, Rio de Janeiro, 1987.

RODRIGUEZ-CHANFRAU J.E, SANTOS, M.L.; RICCARDI, C. dos S.; OLIVEIRA, G. de M.; HERNÁNDEZ-ESCALONA, M.; NASMAJ, P.; VERSANES PANTOJA, Y.; GUASTALDI, A.C. Chemical modification of bacterial cellulose for use in regenerative medicine. **Cellulose chemistry and thecnology**, v.51, n. 7-8p, 673-680, 2017.

ROJA et al – **Caracterização de Fibras de Bananeira Nanicão (*Musa Grupo AAA, .Giant Cavendish.*) Como possível matéria-prima para Produção de pasta celulósica para fabricação de Papel** – Congresso Iberoamericano de Investigación em Celulosa y Papel – CIADICYP – 2002

ROWELL, R. M., CLEARY, B. A., ROWELL, J. S., CLEMONS, C., YOUNG, R. A., - **Chemical modification of lignocellulosic fibers for use in composites**. Proceedings of 1st Wood fiber-plastic composite conference, Madison, USA, 1993, pp. 121-127.

SABARISH et al., (2020). **A review on the extraction of pineapple, sisal and abaca fibers and their use as reinforcement in polymer matrix**. eXPRESS Polymer Letters. 14. 309–335. [10.3144/expresspolymlett.2020.27](https://doi.org/10.3144/expresspolymlett.2020.27)

SALAZAR, V.L.P. **Estudo da Biodegradação das Fibras de Coco e de Sisal Visando às Aplicações na Indústria Automotiva**. Tese de Doutorado em Agronomia (Energia na Agricultura). Botucatu – SP, 2005, p.18,106.

SAMATOA. The Moust Spiritual Fabric int the World. DISPONÍVEL EM: <http://samatoa.lotus-flower-fabric.com/> CAPTURADO EM: 24 ago. 2017;

SANTANA, Maíra Fontenele. DESIGN E ARTESANATO: FRAGILIDADES DE UMA APROXIMAÇÃO. **Cadernos Gestão Social**, v.4, n.1, p.103-115, jan./jun. 2013.

SANTOS, A.M.P.; SOUZA, R.O. **Estudo de caso sobre os aspectos econômicos do artesanato da associação dos artesãos da feira de artesanato - FEART, em Juazeiro do Norte – Ceará.** Ciência e Sustentabilidade - CeS | Juazeiro do Norte, v. 2, n. 1, p. 124-148, jan/jun 2016 | ISSN 2447-4606. Disponível em: <https://periodicos.ufca.edu.br/ojs/index.php/cienciasustentabilidade/article/view/61> Acesso em: 22/07/2020.

SANTOS, H.R.S. 2010 **Guia para a identificação de tubarões e raia do Rio de Janeiro.**

SANTOS, K.M.P. **A Atividade Artesanal com Fibra de Bananeira em Comunidades Quilombolas do Vale do Ribeira.** Piracicaba, 2005. DISPONÍVEL EM: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-23062005-152823/pt-br.php> CAPTURADO EM: 21 ago. 2017

SANTOS, V.C. **Populações Tradicionais Litorâneas: O modo de vida caiçara.** Revista de Geografia - v. 2, nº 2 (2013)

SAPUAN, S.M.; LEENIE; HARIMI, M.; BENG, Y.K. **Mechanical properties of woven banana fibre reinforced epoxy composites.** (2006) Materials & Design. 27. 689-693. 10.1016/j.matdes.2004.12.016.

SARASHIMA, S. Basho-fu in Kijoku. 'Community' as a Landscape of Intangible Cultural Heritage: Basho-fu in Kijoka, a Japanese Example of a Traditional Woven Textile and its Relationship with the Public. Vol.8 2013 **International Journal of Intangible Heritage.** Department of Anthropology, University College London, UK.

SARKAR, B.K.; RAY, D. Characterization of alkali0treated Jute Fibers for Physical and Mechanical Properties. **Journal of Applied Polymer Science**, vol. 80, 1013-1020. 2001.

SARMA, I.; DEKA, A.C. - **Banana Fibre Extraction by Mycogenic Pectinase Enzyme (S). An Eco-Friendly Approach.** The Energy and Resources Institute, North Eastern Regional Centre, Guwahati. Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR) Vol-2, Issue-10, 2016. Disponível em: <https://www.onlinejournal.in/IJIRV2I10/125.pdf> Capturado em: 10 fev. 2018.

SATYANARAYANA, K.G. et al. - **Studies on lignocellulosic fibers of Brazil.** Part I: Source production, morphology, properties and applications. Department of Chemistry, Federal University of Paraná (UFPR), Curitiba, Brazil. Composites: Part A 38 (2007) 1694–1709. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359835X07000279> Capturado em 06 fev. 2018.

SEDOGUCHI et al – **Tecelagem, trançado e arte plumária - Um paralelo entre a artêxtil indígena e a arte contemporânea** - Museu do Índio – Instituto de História – UFU

SGRICCIA, N.; HAWLEY, M. C.; MISHRA, M. **Characterization of Natural Fibers Surfaces and Natural Fiber Composites**, Composites: Part A, 39: 1632-1637, 2008.

SHEPHERD, Alistair Paul. **An agro-environmental analysis of Hanover Parish**, Jamaica. MSc Thesis. University of Wolverhampton – School of Applied Sciences, 2012, 54p.

SILVA, D.; MARTINS, E.S.; SILVA, R.; GOMES, E. - **Pectinase production by *Penicillium viridicatum* RFC3 by solid state fermentation using agro-industrial by products**. Braz. J. Microbiol. 33: 318-324. (2002)

SIMMONDS, N.W. **Bananas**. 2.ed. London: Tropical Agriculture Series, 1966. 512 p.

SMOLE, M.S.; HRIBERNIK, S.; KLEINSCHKE, S.; KREZA, T. **Plant Fibers for Textile and Technical Applications, Advances in Agrophysical Research**, Stanislaw Grundas e Andrzej Stepniewski, IntechOpen, DOI: 10.5772 / 52372. (2013). Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/advances-in-agrophysical-research/plant-fibres-for-textile-and-technical-applications> Capturado em 20 dez. 2020.

SOFFNER, M.L.A.P. **Produção de Polpa Celulósica a partir de Engaço de Bananeira**. Dissertação de Mestrado em Ciências, Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Madeiras. Piracicaba, 2001, p. 1-10.

SONDHELM, W.S. **Technical fabric structures – 1. Woven fabrics** A.R. Horrocks, S.C. Anand (Eds.), Handbook of technical textiles, Woodhead Publishing Limited, The Textile Institute, North and South America (2000)

SOULTANIDIS, N. BARRON, A.R. **TGA/DSC/FTIR Characterization of Oxide Nanoparticles**. 2009. Conexión Web site. Disponível em: <http://enx.org/content/m23038/1.2> Acesso em 20 março de 2020.

SOUZA, O.B.; ROMAN, C.; HARARI, I. **Destruição de áreas protegidas na Amazônia explode com Bolsonaro**. ISA. Instituto Sociambiental. Disponível em: <https://www.socioambiental.org/pt-br/noticias-socioambientais/destruicao-de-areas-protegidas-na-amazonia-explode-com-bolsonaro> Capturado em: 19 abril 2021.

SPINACÉ, M.A.S. et al., 2009. **Characterization of lignocellulosic curaua fibres**. Carbohydrate Polymers, 77, pp.47–53.

STOVER, R.H. and SIMMONDS. 1987. **Bananas**. 3 ed., Tropical Agricultural Series. Longman, New York (USA). 468p.

STUART, B. H. **Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications. AnTS - Analytical Techniques in the Sciences.** [s.l.] : John Wiley and Sons, 2004.

SUBAGYO, A.; CHAFIDZ, A. **Banana Pseudo-Stem Fiber: Preparation, Characteristics, and Applications** [Online First], IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.82204. (November 28th 2018). Disponível em: <https://www.intechopen.com/online-first/banana-pseudo-stem-fiber-preparation-characteristics-and-applications/> Capturado em: 09 de abril de 2019.

TAKARA, K. History Okinawa. Disponível em: <https://beokinawa.jp/history/> Capturado em: 31 dez. 2020.

TALENTOS DO BRASIL - **Mãos que (re)fazem o mundo.** Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2008a. 68 p.

TEDESCHI, M. - **Artesanato de Sergipe se revela com boas surpresas.** Blog Artesanato SEBRAE, 20 junho 2011. Disponível em: <https://sebraeartesanato.wordpress.com/2011/06/20/artesanato-de-sergipe-se-revela-com-boas-surpresas/> Capturado em: 02 fev. 2018

TIBOLLA, H.; PELISSARI, F.M.; MENEGALLI, F.C. - **Cellulose nanofibers produced from banana peel by chemical and enzymatic treatment.** LWT Food Sci. Technol. 2014, 59, 1311–1318.

TORRES, E.F., AGUILAR, C., ESQUIVEL, J.C.C., GONZALEZ, G.V., 2005. **Pectinases.** In: Pandey, A., Webb, C., Soccol, C.R., Larroche, C. (Eds.), Enzyme Technology. Asiatech Publishers Inc., New Delhi, pp. 273–296

TURNER, David W.; FORTESCUE, Jeanie A. e THOMAS, Dane S. **Fisiologia ambiental das bananas (*Musa sp.*)**. Braz. J. Plant Physiol. [conectados]. 2007, vol.19, n.4 [citado em 2019-05-30], pp.463-484. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04202007000400013&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1677-9452. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202007000400013>.

UBAFIBRAS. **Fibra de Bananeira.** DISPONÍVEL EM: <http://ubafibras.blogspot.com.br/2008/04/sobrea-fibra-de-bananeira.html> CAPTURADO EM 23 ago. 2017.

UMAIR, S. **Environmental Effect of Fiber Composite Materials-Study of Life Cycle Assessment of Materials Used for Ship Structure**, MS Thesis Dissertation, Royal Institute of Technology, Stockholm, 2006.v.27.

UNNATISILKS. Site. **Anakaputhur – a legacy of fine weaving losing out to ‘lack of encouragement’**. Disponível em: <https://www.unnatisilks.com/blog/anakaputhur-a-legacy-of-fine-weaving-losing-out-to-lack-of-encouragement/> Capturado em: 20 dez. 2020.

VELLAICHAMY, M.; GAONKAR, P.V. **Biological treatment of Banana pseudostem fibre: Effect on softening and mechanical properties**. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci (2017) 6(5): 1268-1274. Disponível em: <https://www.ijcmas.com/6-5-2017/Mageshwaran%20Vellaichamy%20and%20Parnavi%20Vijay%20Gaonkar.pdf> Capturado em 02 fev. 2018.

VENKATESHWARAN, N.; ELAYAPERUMAL, A.; **Banana Fiber Reinforced Polymer Composites** - A Review. Department of Mechanical Engineering, Anna University, Chennai, India. Journal of REINFORCED PLASTICS AND COMPOSITES, Vol. 29, No. 15/2010. p. 2387-2397.

VERGARA, S. C. **Métodos de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2000.

VIANA, T.C. - **Corantes naturais na indústria têxtil: como combinar as experiências do passado com as demandas do futuro?** PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN (PPGD), Escola de Design, UEMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2012.

VIEIRA, L. M., **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2009-2010**. Santa Catarina: EPAGRI/CEPA, 2010.

VRINCEANU, N. PETRE A.B, HRISTODOR C.M. POPOVICI, E. PUI, A. COMAN, D., TANASA, D. Zine Oxide – Linen Fibrous Composites: Morphological, Structural, Chemical< Humidity adsorptive and Thermal Barrier Attributes. In: **Modern Surface Engineering Treatments**. Mahmood Aliofkhazraei, 2013, Cap. 2.

WAGHMARE, P.M.; BEDMUTHA, P.G.; SOLLAPUR, S.B. - **Review on Mechanical Properties of Banana Fiber Biocomposite**. Department of Mechanical Engineering, Savitribai Phule Pune University, PuneInternational Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET). Volume 5 Issue X, October 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320557432_Review_on_Mechanical_Properties_of_Banana_Fiber_Biocomposite Capturado em: Jan 31 2018.

WANG, B., PANIGRAHI, S., TABIL, L., CRERAR, W., SOKANSANJ, S., BRAUN, L. - **Modification of flax fibers by chemical treatment**, Proceeding CSAE/SCGR Meeting, July 6-9, Montreal, QC, Canada, 2003, Paper No. 03-337.

WDO. Industrial design definition history. Disponível em: <https://wdo.org/about/definition/industrial-design-definition-history/> Acessado em: 23/07/2020

ZIMMERMANN, M.V.G.; TURELLA, T.C.; ZATTERA, A.J.; SANTANA, R.M.C. - **Influência do Tratamento Químico da Fibra de Bananeira em Compósitos de Poli(etileno-co-acetato de vinila) com e sem Agente de Expansão Laboratório de Polímeros**. Laboratório de Polímeros, UFRGS. Polímeros, vol. 24, n. 1, p. 58-64, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/po/v24n1/a10v24n1.pdf> Capturado em 02 fev. 2018.

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. ABNT NBR 13908:1997: Não tecido - Preparação de corpos-de-prova para ensaios laboratoriais

Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 13041:2004: Não tecido - Determinação da resistência à tração e alongamento - Método de tiras e "*Grab*"

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.

Norma "*International Standards Organization*" (para determinação da massa linear das fibras). ISO 1973-1995: Textile fibres - Determination of linear density - Gravimetric method and vibroscope method. 8 p.

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. 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.

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.

APÊNDICE A – A palha e o fio da bananeira.

roveitamento dos Resíduos da da Banana do Vale do Ribeira

EA DE PESQUISA
a e Processamento Artesanal

COORDENAÇÃO CIENTÍFICA

Profa. Dra. Maria Elisa P. Eduardo Garavello

EQUIPE DE PESQUISA

Vânia Edna Messias Perches
Maria de Lourdes A. P. Soffner
Maria Scassa Araujo
Alziro P. Corazza
Ednílson A. Veríssimo
Rafael E. Chiodi

Divisão de Biblioteca e Documentação 107 9379
Departamento de Agroindústria
Alimentos e Nutrição

APRESENTAÇÃO

O Projeto "Aproveitamento de Resíduos da Agroindústria da Banana do Vale do Ribeira, SP" vem apresentando seus frutos, que desde 1991 vêm sendo cuidadosamente cultivados, seja na Área de Antropologia e Processamento Artesanal, na de Materiais de Construção, na de Alimentação Humana, na de Degomagem Enzimática da Fibra da Bananeira para a Produção de Artigos Têxteis ou na de Foto e Vídeo. Durante todo este tempo vimos trabalhando com o objetivo de desenvolver alternativas ecologicamente sustentáveis, socialmente justas e economicamente viáveis para a utilização desses resíduos e geração de novos empregos.

O resgate do potencial da produção regional no que se refere ao uso de verdadeiros sub-produtos da bananicultura se fez pela criteriosa pesquisa antropológica dos usos, costumes e tradição ligadas ao artesanato na região do Vale do Ribeira, bem como pela pesquisa e desenvolvimento de tecnologias compatíveis com a matéria-prima e a realidade sócio-cultural local.

As pesquisas confirmaram a viabilidade de uso destes materiais na confecção de artigos como esteiras, cestas, cortinas e bolsas, evidenciando qualidades estéticas como cor, brilho e textura, de modo a garantir a boa aceitação dos produtos feitos com a palha ou o fio da bananeira no mercado consumidor.

Divisão de Biblioteca e Documentação
Departamento de Agroindústria
Alimentos e Nutrição

N.º 74.398
USP - Campus de Piracicaba
DIVISÃO DE BIBLIOTECA
E DOCUMENTAÇÃO

De todo esse empenho só poderiam surgir bons resultados, já transmitidos em cursos e acompanhamentos posteriores, no Vale do Ribeira.

O presente manual, vem unir a esse trabalho os recursos gráficos que permitirão a expansão desse conhecimento a pessoas mais distantes, que não possam ter contato com nossos cursos ou que deles queiram deter registros precisos.

Em qualquer caso, temos por objetivo colaborar sempre mais para a valorização e autonomia das comunidades tradicionais.

É portanto com muita satisfação e orgulho que encaminhamos o presente trabalho ao público, parabenizando tanto a equipe de Antropologia e Processamento Artesanal como a de Foto e Vídeo pela excelente realização.

Profa. Dra. Sílvia Maria Guerra Molina

Projeto de Aprov. dos Res. da Agr. da Banana do Vale do Ribeira

COORDENADORA GERAL

Área de Degomagem Enzimática da Fibra

COORDENADORA CIENTÍFICA

USP - Campus de Piracicaba	
DIVISÃO DE BIBLIOTECA	
E DOCUMENTAÇÃO	
Data:	26/03/00
Proc:	de o autor
N.º:	4590
Req:	
N.º 1677-54	Vol.
Cham. P162	Ex.

ÍNDICE

A coleta de matéria-prima.....7

A extração das bainhas.....11

A produção de palha de bananeira.....15

A produção de fio de bananeira.....23

Artesanato de palha e de fio de bananeira.....31

A COLETA DE MATÉRIA-PRIMA

A COLETA DE MATÉRIA-PRIMA

A palha e o fio da bananeira são produzidos a partir das bainhas foliares extraídas do pseudocaule da bananeira.

O pseudocaule é a parte da bananeira que equivale a seu tronco e as bainhas são as camadas que formam o pseudocaule.

O corte do pseudocaule é uma prática adotada no sistema de cultivo da banana. Isto porque uma bananeira pode dar frutos apenas uma vez. Novos frutos são gerados pelos filhotes que brotam da bananeira mãe e que nascem ao redor desta. Após a colheita da banana costuma-se retirar a bananeira mãe, cortando-se seu pseudocaule de modo a dar espaço para o crescimento dos filhotes. É o pseudocaule cortado que será utilizado para produzir artesanato.

O corte do pseudocaule é feito a cerca de três palmos do chão, tomando-se os devidos cuidados para não machucar os filhotes de bananeira que estão se formando ao seu redor.

É recomendável o uso de luvas e botas para evitar acidentes e - em etapas de manipulação da bainha - o uso de roupas velhas ou avental, porque o líquido que escorre do pseudocaule pode manchar a roupa.

No campo deve-se limpar o pseudocaule retirando-se as folhas e partes estragadas, de modo a facilitar o seu transporte até o local de trabalho, onde será feita a extração das bainhas.

O local de trabalho, escolhido para a produção da palha ou do fio da bananeira, deverá ser coberto e ventilado, dispor de um ponto de água para lavagem de tiras (produção de palha) ou de feixes de fibras (produção do fio) e de varal para secagem das mesmas.

Para a produção da palha é necessário o uso de uma mesa e de uma faca. A produção do fio já requer outros instrumentos. Conforme o processo de desfibragem que se escolha trabalhar, haverá um conjunto diferenciado de instrumentos. No processo manual utiliza-se uma faca, um garfo, uma escova de aço, um rolo ou cilindro de massa e uma roca para fiação.

A EXTRAÇÃO DAS BAINHAS

A EXTRAÇÃO DAS BAINHAS

No local de trabalho é feita a extração das bainhas.

As bainhas são partes do pseudocaule que podem ser extraídas manualmente. Devem ser separadas uma a uma para a produção da palha ou do fio da bananeira.

As bainhas externas, por serem mais judiadas, são descartadas.

As bainhas internas e em bom estado são separadas para a produção da palha ou do fio da bananeira.

Um pseudocaule possui geralmente de quinze a vinte bainhas em condições de uso.

A PRODUÇÃO DA PALHA DA BANANEIRA

A PRODUÇÃO DE PALHA DA BANANEIRA

A palha de bananeira é obtida a partir de **tiras** extraídas das bainhas do pseudocaule. Conforme pode-se observar na figura, a bainha do pseudocaule e, por consequência, as tiras extraídas desta, apresentam diferentes espessuras.

A localização das tiras na bainha (diferença de espessura) e a forma de manipulação das tiras irão determinar os diferentes tipos de palha possíveis de serem obtidos: palha lateral, rústica e das camadas interna, intermediária (rendada) e externa.

As primeiras tiras a serem extraídas são as que se localizam na parte mais fina da bainha, em suas laterais. Geralmente, retira-se duas tiras de cada lado. As **tiras laterais** não exigem tratamento especial e podem ser levadas diretamente ao varal para secagem, obtendo-se como resultado a **palha lateral**.

As outras tiras são retiradas da parte restante da bainha, por cortes longitudinais que podem variar de um e meio a quatro centímetros de largura.

N.º 44398
USP - Campus de Piracicaba
DIVISÃO DE BIBLIOTECA
E DOCUMENTAÇÃO

Estas tiras podem ser simplesmente lavadas e colocadas para secar para a obtenção da **palha rústica** (conforme ilustram as figuras acima) ou ser trabalhadas para obtenção de outros tipos de palha e maior rendimento da matéria-prima (bainhas do pseudocaule).

Neste caso, as tiras são divididas de acordo com suas camadas, obtendo-se: a **palha interna** (correspondente à parte "de dentro" da bainha); a **palha intermediária ou rendada** e **palha externa** (correspondente à parte "de fora" da bainha).

Para obtenção destes três tipos de palha é necessário separar as diferentes camadas da tira.

Usando-se uma faca retira-se a camada interna e intermediária (ou rendada) da tira, separando-as da camada externa.

Em seguida, separa-se a camada interna da intermediária (ou rendada).

A camada externa, restante, deve ser raspada para retirada da mucilagem.

Os três tipos de tira obtidos a partir da separação das camadas são então lavados e postos para secar ao sol (para obtenção de uma palha mais clara) ou à sombra, em local bastante ventilado (desejando-se palhas mais escuras).

As tiras ou palhas da bananeira estarão prontas quando estiverem quase secas, muito secas elas se tornam quebradiças.

A palha da bananeira, de qualquer um dos tipos, quando totalmente seca, perde a maleabilidade. Por isso, é necessário umedecê-la levemente durante o processo de trabalho. Nesta etapa elas estão prontas para a confecção de objetos artesanais como esteiras, tapetes, cortinas, cestas, bolsas, entre outros.

Qualquer que seja a palha de bananeira, ela não se torna rígida, não sendo apropriada para confecção de objetos estruturados, como aqueles feitos com vime ou bambu.

Cada palha apresenta diferentes características, oferecendo múltiplas possibilidades de textura e cor na confecção de artigos artesanais.

Comparativamente, a palha interna apresenta uma aparência mais rugosa e é mais macia que a palha externa, que é mais seca e lisa na superfície. Já a palha intermediária assemelha-se a uma tela, daí ser chamada de rendada - proporcionando uma textura porosa. Esta e a palha interna são apropriadas para a confecção, em tear, de "tecidos" como esteiras e tapetes rústicos.

A palha externa por ser mais fibrosa e resistente, presta-se também, para a confecção de objetos trançados como sacolas, cestas, assentos de cadeira e similares, além de esteiras e cortinas.

A PRODUÇÃO DO FIO DA BANANEIRA

A PRODUÇÃO DO FIO DA BANANEIRA

A produção do fio da bananeira é feita em duas etapas. Primeiro faz-se a extração das fibras existentes nas bainhas do pseudocaule, através de **processo de desfibragem** (separação e remoção de resíduos presentes nas fibras) e depois procede-se à **fiação** destas numa roca.

A desfibragem pode ser feita por **maceração**, **mecânica** ou **manualmente**.

Na **maceração**, as bainhas são colocadas num tanque com água por alguns dias, até que as fibras se separem do tecido da bainha. Embora seja o mais antigo modo de desfibragem conhecido, é um processo que depende de muito controle para se obter um bom resultado.

Muitas vezes o material se perde por apodrecimento. São vários os fatores que influenciam a qualidade da fibra que será obtida: qualidade da água, temperatura, limpeza do tanque, tempo, etc. Os pesquisadores ainda estão estudando formas mais simples de executar esse processo.

A desfibragem **mecânica** é idealmente o processo mais rápido. O problema é que não existe, ainda, um equipamento no mercado especialmente produzido para a desfibragem da bananeira.

Os pesquisadores da área fizeram experiências para adaptação do "periquito" (equipamento de desfibragem do rami) sem conseguir, entretanto, resultados satisfatórios. As fibras que se obtém estão, muitas vezes, rompidas e observa-se grande quantidade de resíduos ainda agregados a elas. Também o custo do equipamento pode tornar a atividade inviável.

A desfibragem **manual** é o processo que apresenta os melhores resultados, considerando-se a qualidade da fibra obtida e maior facilidade de produção, mostrando-se, por isso, mais acessível aos artesãos.

A desfibragem manual é feita separando-se as fibras com uso de instrumentos como: uma faca, um garfo, uma escova de aço ou com cerdas bem duras e um rolo ou cilindro para massa.

O processo manual de desfibragem inicia-se com a retirada das tiras laterais da bainha.

Seguida pelo uso de um rolo ou cilindro de massa para aplainar a bainha e retirar o excesso de água.

O passo seguinte consiste na separação das camadas interna e externa da bainha. Apenas a camada externa será utilizada na desfibragem. Esta camada é priorizada por ser a parte da bainha que contém maior quantidade de fibras.

A separação das camadas é feita com uso de uma faca, arrastando-se esta por toda a extensão da bainha. As camadas internas são descartadas e podem ser aproveitadas para a produção de palha, conforme descrito anteriormente.

Em seguida e ainda com o uso de uma faca, procede-se à raspagem desta parte da bainha para retirada do excesso de mucilagem. Com a bainha virada ao contrário, face externa voltada para cima, retira-se a película externa da mesma.

A separação manual das fibras será feita usando-se, inicialmente, um garfo pra abrir sulcos e, depois, uma escova de aço com dentes paralelos para separar as fibras em pequenos feixes. Repete-se a operação quantas vezes forem necessárias até que as fibras fiquem bem separadas. Deve-se evitar qualquer possibilidade de danificação das mesmas. Para facilitar o trabalho, recomenda-se a fixação da bainha na mesa com um grampo de marceneiro, lembrando-se sempre de colocar a parte externa da bainha voltada para cima.

Procede-se então à lavagem do feixe de tiras. É necessário o uso de uma mangueira com jato bem forte de água para garantir uma perfeita remoção dos resíduos das fibras.

Quando as fibras estiverem devidamente separadas e livres de resíduos, estende-se o feixe no varal para secagem.

Em dias de sol, elas estarão secas após seis ou oito horas, momento em que se pode iniciar o processo de confecção do fio.

Para fiação é necessário subdividir o feixe e umedecê-lo para evitar que as fibras se arrebenhem. As partes separadas vão sendo inseridas na roca, que, por processo de torção, vai dando origem ao fio.

As figuras ilustram a emenda de feixes. Observe que esta junção é realizada com feixes divididos ao meio e sem nó, sobrepostos um ao outro. Com uso de uma tesoura corta-se as sobras. Esse processo irá interligar os feixes para a confecção de um fio mais longo. O fio obtido está pronto para ser usado para a confecção de artesanato.

ARTESANATO DE PALHA
E DE FIO DE BANANEIRA

ARTESANATO DE PALHA E DE FIO DE BANANEIRA

Os diversos tipos de palha ou o fio de bananeira poderão ser utilizados na confecção de esteiras, tapetes, jogos americanos, cortinas, balaios, cestas, bolsas, chapéus e uma infinidade de produtos.

O artesanato com palha e fio de bananeira, pode se transformar em importante fonte de renda. Para que se constitua como uma atividade lucrativa, é necessário que, além do conhecimento técnico, proporcionado por este manual, o artesão esteja atento para as regras de comercialização: que considere como, onde e para quem irá vender a sua mercadoria, antes mesmo de produzi-la! É preciso também colocar um preço justo compatível com o mercado e que remunere o seu trabalho.

Você poderá tingir a palha ou o fio da bananeira e produzir artigos coloridos; mesclar a palha natural seca ao sol com a seca à sombra ou tingida e compor texturas com outros materiais. O importante é unir técnica com criatividade, estética com qualidade.

A palha e o fio da bananeira apresentam atributos estéticos em termos de cor, brilho e textura capazes de garantir seu sucesso junto ao público consumidor, não só de nosso país, mas também com grande potencial para conquistar mercados internacionais e firmar-se como matéria-prima de produtos para exportação.

DEDALUS - Acervo - ESALQ-BT

12700000416

ESALQ/USP

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Universidade de São Paulo

SCTDE/SP

Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento
Econômico do Estado de São Paulo

Projeto de Aproveitamento dos Resíduos da
Agroindústria da Banana do Vale do Ribeira

A palha e o fio da bananeira: Manual de produção**Coordenação de Produção do Manual**

Laura Alves Martirani
Coordenadora da Área de Foto e Vídeo do Projeto

Coordenação Científica

Maria Elisa P. Eduardo G

Texto

Laura Alves Martirani
Maria Elisa P. Eduardo G

Fotografia

Laura Alves Martirani

Desenho

Claudinei Mori

Diagramação

Laura Alves Martirani
Claudinei Mori

ESALQ/USP - Av. Pádua Dias, 11 - Piracicaba/SP - Cx. Postal 09
CEP 13.418-900 - Fone: (019) 429-4225 - Fone/fax (019) 433-6016

APÊNDICE B – Entrevistas com as artesãs da Comunidade Quilombola de Ivaporunduva

As perguntas e respostas foram feitas de maneira remota (via Whatsapp) por decorrência a pandemia de Coronavírus.

Entrevista 1.

Olá fique à vontade, este é um bate papo informal para gente se conhecer um pouco mais. Primeiro, me diz seu nome, sua idade, me conta um pouco sobre o quanto tempo você faz artesanato e da história de como tudo começou para você no artesanato.

Meu nome é Mariane, tenho 32 anos, e tenho aproximadamente 6 anos de experiência com artesanato. Faço parte do artesanato do grupo de artesanatos de Ivaporunduva

Quais são as suas inspirações ao criar seu artesanato?

Tenho como inspiração para criar minhas peças os entes queridos mais velhos que já se foram e os que estão vivos, na luta para continuar com essa tradição, para que ela não se acabe, para que ela não desapareça né, e que os jovens também venham com a experiência de vida e com esse. Saber.

Quais são as técnicas manuais que usa para criar? Quem ensinou essas técnicas que você?

Algumas técnicas são tear e outras manual né, eu tenho como base a minha sogra né, o nome dela é dona Cacilda, ela que me orientou, ela que me apresentou o grupo de artesanato, e daí por diante eu só fui aperfeiçoando e sou muito grata e feliz por saber né, pelo meu saber.

No seu ponto de vista, por que é importante o trabalho artesanal? E para a comunidade, você acha que é importante?

Bom, o trabalho dentro da comunidade primeiramente é importante por um resgate histórico né, segundo porque faz parte ainda da vida dos mais velhos e de nós que estamos vindo agora, para a comunidade ele entra como uma geração de renda, não total, mas complementar por conta da gente receber turistas, além de conhecer a história do artesanato, a história do grupo de artesanato, ele também ter acesso as peças.

Eu acho que é um trabalho lindo, além de histórico lindo, que deve continuar sim né, além de nós né, também que essas crianças que estão vindo que tenha essa oportunidade de dar continuidade.

Você tem algum processo determinado para a criação de uma peça ou é feito de forma livre? É o mesmo processo do grupo?

Bom, nós trabalhamos com fibra e taboa, algumas peças não precisam se padronizadas e outras sim. Por exemplo, tapetes tem várias formas e tamanhos, já o descanso de panela, ele tem um padrão, e precisam serem todos iguais, o meu e da vizinha né, tem que ser igual de todas as artesãs, assim como jogo americano é padrão. Então algumas peças são padronizadas e outras livres, inclusive se o cliente quiser um tapete de dois metros a gente pode fazer, se quiser um tapete de 1 metro e meio a gente pode fazer. Então algumas peças são livres e outras não.

Vocês têm algum critério comercial para essas criações chegarem ao mercado?

Até o presente momento né, até o começo do ano passo, a gente comercializava com os turistas. O turista vinha, e participava das palestras e atividades, e por último sempre têm a visitação na casa do artesanato, então eles iam lá e compravam. Depois, diante disto, a gente viu que queria expandir um pouco mais, começamos fazer uma divulgação no Facebook, com umas trinta páginas expostas, e também começamos a ser convidados a participar de eventos no Sesc e exposições, então foi expandindo mais as nossas atividades dentro da comunidade. Claro que nós precisamos né, de um pouco mais de visibilidade, mas isso vêm aos poucos.

Tá em relação as vendas, funciona da seguinte maneira. Tem a casa de artesanato, as escolas vêm com as crianças ou quando são universidades ou grupos de famílias, daí eles têm acesso a casa de artesanato, acesso a essas peças, daí sempre têm alguém para estar auxiliando, porque casa peça tem uma história, e essa pessoa que está na venda ela explica como é feito, durabilidade e aí é feito a venda. Antes era mais assim. Agora do ano passado pra cá, tivemos um pouco mais de visibilidade por conta do Sesc, que daí eles é tiveram acesso com a comunidade um pouco maior, daí fizeram uma encomenda um pouco maior do leque do artesanato de Ivaoporunduva.

Também têm casos de pessoas que já conhecem o artesanato, que conhece o artesão individual, que faz contato direto com o artesão, sem ser do grupo, mas uma pessoa específica. Porque cada um coloca sua personalidade na peça. E o tear ele é assim, tem um ponto aberto, tem o ponto fechado. Ele pode fazer um tapete do mesmo tamanho, porém cada um têm sua personalidade, o tamanho é o mesmo, mas o acabamento acaba sendo diferente.

Como vocês fazem a introdução de um novo artesanato?

Quando eu quero fazer uma peça né, e ela acaba sendo uma peça nova, daí eu sempre pergunto para os mais velhos, e pergunto pra eles os tipo de peça que eles tinham antigamente e tento montar né, a minha peça mais recente foi uma almofada né, que eles usavam antigamente, e que não tinham muito a venda na casa de artesanatos.

O que você acha da possibilidade de trabalhar com um design?

Atualmente né, nós não temos nenhum apoio na parte de design. Sobre a possibilidade do trabalho de design, a gente tá a procura de pessoas que fazem esse tipo de trabalho, para que nós possamos sim acrescentar dentro do nosso trabalho de artesanato.

Na sua opinião, qual foi o maior problema enfrentado como artesã por você? E na sua opinião qual é o maior problema hoje para o grupo?

Bom, eu acho que o maior problema enfrentado, foi o ano passado, quando nós tivemos uma encomenda de 300 bolsas né, e aí no começo o tempo tava bom, depois começou uma chuva...chuva que não parava mais, e junto com a chuva veio alguns alagamentos, não total mais em alguns pontos da comunidade e enxarcou as bananeiras e com isso a gente teve dificuldades com material de fibra né, nós trabalhamos com fibras e taboa. Nessa época a gente tinha bastante taboa, mas não tínhamos a fibra. Enfim nós conseguimos entregar todas as bolsas, ficaram lindas graças a deus. Mas acho que o nosso grande problema atual é quando chove né e nós temos encomendas, e a gente não têm né aquela possibilidade de tá com uma secadora de palha para fazer o papel do sol.

Você acha que o mercado valoriza o trabalho do artesão local? Qual sua opinião sobre este assunto

Eu ainda acho que o mercado tem que conhecer o nosso trabalho e bastante. Eu acho que a gente tem que dar um pouco mais visibilidade a isso. Claro que nós temos que melhorar muitas coisas né, para que nós sejamos vistos e bem visto né, e pra que esse valor chegue até nós.

Na sua opinião, numa visão geral, o que seria o ideal para você desenvolver sua atividade de artesã? E para o grupo?

Bom a princípio né nós não temos um espaço correto para que todas possam se formar e fazendo seu artesanato e se formar, e tá fazendo seu artesanato, então quem têm cada uma faz na sua casa, quando têm encomenda a gente vai diversificando o tear pra dar o oportunidade pra todo mundo tá fazendo né, então atualmente cada um faz teu artesanato na sua casa, cada um tem as medidas do artesanato padrão e quando chega alguma encomenda individual, que chega por fora, que não têm nada a ver com o artesanato, o artesão têm autonomia de tá recebendo e fazendo. O ideal seria que tivéssemos um espaço, nem que seja para duas ou três vezes por semana para que todas se juntassem, para que todas fizessem o artesanato no coletivo e levasse o jovem que quisesse aprender.

A próxima pergunta é para gente entender qual sua percepção do design, eu preciso saber o qual a serventia do design. Não existe certo e errado nessa pergunta, você me responde o que você acha o que significa a palavra design e qual o papel e a função do design.

Bom em relação ao design, que que acredito que para nós na casa de artesanato vai ser muito bem-vindo. Nós não temos até o presente momento alguém que faça esse tipo de trabalho por nós. Ideia nós temos, principalmente com a pandemia, de nós estar personalizando alguns copos, personalizando sacolas de embalagem. Então assim, o design vem é como um meio de produtividade e o aumento de vendas. Porque ele dá um diferencial. Eu acho mesmo que ele pode ser mesmo proposto nas peças em si.

Já houve algum tipo de apoio recebido no passado? Se houve, você acreditou que foi positivo ou não teve muita melhoria?

Oi boa tarde, então, teve lá começo na formação do grupo de artesanato, teve uma diferenciação nas etiquetas e em algumas peças, mas depois daquilo não teve mais nada. E atualmente não temos nenhuma ajuda no design.

Você exerce outro trabalho ou têm outra atividade além do artesanato hoje?

Atualmente eu faço artesanato né, trabalho com doces, temperos, estudo, faço pedagogia e curso técnico em enfermagem.

Entrevista 2

Olá sou o Luciano, fique à vontade, este é um bate papo informal para gente se conhecer um pouco mais. Primeiro, me diz seu nome, sua idade, me conta um pouco sobre o quanto tempo você faz artesanato e da história de como tudo começou para você no artesanato.

Boa tarde Luciano, meu nome é Zeni né, faço parte do grupo de artesanato, sou uma das coordenadoras do grupo né, é eu na verdade tenho pouco tempo que entrei no grupo de artesanato. Na verdade, eu entrei foi quando eu fiz um curso para ser monitora, e daí desse curso, eu precisei de fazer outro curso, que seria do artesanato, para eu estar apresentando o artesanato aos turistas. Então houve essa necessidade de eu estar fazendo esse curso de artesanato. Então em 2015, foi em 2015... eu acabei fazendo o curso pela prefeitura daqui município né, que ofereceu o curso, por um programa do Bolsa família e aí né como eu estava precisando, para eu estar trabalhando com o turismo dentro do grupo, então têm pouco tempo que eu faço parte do grupo de artesanato.

Bom essa pergunta é bem sobre isso mesmo que você perguntou, é por isso motivo que demorei um pouquinho para te responder é porque eu tenho várias atividades né, então acaba tem um pouquinho de dificuldades de contemplar todas elas. Além de eu ser digamos assim artesã, eu sou mãe, eu sou monitora, é...no caso monitora local né...e...eu trabalho na roça...a minha profissão é na verdade na roça, é de agricultora, eu sou lavradora na verdade, esta é minha profissão. Então eu trabalho na roça, a profissão que eu tenho mesmo é essa né. E daí diante de todas essas outras coisas, foi onde eu fiz o curso, no caso pra ser monitora, monitora local, que trabalha em conjunto com essas

outras coisas, em conjunto com artesanato...então quando eu fiz o curso veio essa necessidade de fazer o curso de artesanato, pra daí eu tá apresentando para os alunos, oficinas né, que seria no caso artesanato...então...eu sou de tudo um pouquinho né (risos..)e mais minha profissão, de que eu gosto, eu gosto de fazer de tudo um pouquinho, mas o que eu amo fazer, sou apaixonada mesmo, é trabalhar na roça. Eu gosto muito, é onde eu me contemplo melhor, é onde eu elevo meus pensamentos melhor é quando estou alí na roça, principalmente com a parte de questão de horta né, a minha paixão que eu tenho, eu amo trabalhar né, com questão de horta. Tanto é que eu tenho uma horta que as pessoas...ela é bem visitada pelos turistas...que também dou oficina sobre ela...conto um pouco da minha história, é onde os turistas visitam bastante também essa parte. E a questão da idade eu tenho 38 anos Luciano, já tô bem velhinha no caso né...fiz 38 anos esse ano...e é isso aí...gosto de fazer tudo um pouquinho, é artesanato é trabalhar na roça, é ser mãe, é de tudo um pouco. Então eu tive um pouquinho mais de dificuldade pra tá respondendo suas perguntas por esses motivos também. Eu tenho quatro crianças né, eu tenho uma bebê de um aninho, e acaba se tornando difícil pra fazer todas essas atividades, dentro disso, eu também fui escolhida pra ser uma das coordenadoras de artesanato, onde eu faço parte do grupo como coordenadora, eu tenho um pouquinho de dificuldade, mas a gente vai se adequando aí aos poucos aí, tá bom Luciano.

O que eu sei assim de como tudo começo, começo bem lá atrás, bem lá no começo, se não me falha a memória, foi lá em 1991 né, quando um grupo de adolescentes e pesquisadores, uma escola de Agricultura, chamada ESALQ que eu não consigo falar muito esse nome, eles vieram na comunidade e elaboraram um projeto de reaproveitamento dos resíduos da bananeira né, no caso. Até então a gente só cortava a banana e comercializava ele, e usava para outras coisas, para comer, e ali o tronco ficava dentro do bananal e ninguém vazia nada. Então quando essa universidade veio na comunidade, então eles acabaram dando esse curso e mostrando pra nós que a gente poderia reaproveitar o tronco da bananeira, então foi quando tudo começou, entrou a associação, o pessoal do ISA Sociambiental, entraram em conjunto com a Associação e ajudaram a fazer esse projeto né. Aí em 1997 teve início da confecção das peças, das palhas. É mais ou menos isso que eu sei da história. Eu ainda era muito criança nessa época, o que lembro um pouquinho é isso. E daí com a ajuda do pessoal da comunidade, dos mais velhos, que sabiam fazer o artesanato de madeira, de cipó, de barro, né, então, eles já tinham uma noção mais ou menos e eles faziam na verdade já o artesanato né, que na verdade a gente faziam o artesanato por necessidade. Porque nós não tínhamos como comprar as coisas, então acabava fazendo o artesanato pra ser utilizados como produto dentro de casa, como por exemplo o artesanato da colher de pau, que a gente usava como uma concha. Então os nossos mais velhos já faziam esse artesanato né, no caso por necessidade, então surgiu com essa universidade o projeto de fazer com fibra de bananeira pra ser reutilizado e acabou sendo utilizado e foi bem visto dentro da comunidade. Quando eu lembro como foi que começou foi mais ou menos nessa época, no caso.

Quais são as suas inspirações ao criar seu artesanato?

Então né... assim, artesanato é uma coisa que aprendi desde pequenininha né. Só que os artesanatos que a gente fazia antigamente era um artesanato um pouco diferente, era um artesanato de madeira, de cipó, de pau né e daí do artesanato com a fibra de bananeira, eu aprendi tem pouco tempo. Então eu acabo me inspirando assim pelo pessoal do grupo né. Me inspiro bastante nas peças que as meninas acabam fazendo no grupo, então eu na verdade, levo, como se diz, vou desenho como no formato que já tem no grupo, e daí acaba saindo uma peça aqui outra ali, e me inspiro mesmo bastante no grupo, junto com as meninas.

Quais são as técnicas manuais que usa para criar? Quem ensinou essas técnicas que você?

As técnicas que aprendi foi durante o curso mesmo. Outras pego dentro do grupo mesmo né. Outro a gente vai fazendo da nossa cabeça, algumas coisas diferentes, algumas coisas com olhar mais pra frente. Mas é mais de dentro do grupo mesmo.

No seu ponto de vista, por que é importante o trabalho artesanal? E para a comunidade, você acha que é importante?

Então no meu ponto de vista, para nós aqui, o trabalho artesanal aqui é um complemento para as famílias né, ele ajuda a complementar né, aquilo que a gente faz durante o mês. Ele não é assim um serviço que ele é obrigado a gente fazer...ah eu vou fazer porque eu sou obrigado fazer... então na verdade de quando ele foi criado, ele foi criado nessa intenção de ser um complemento dentro da renda familiar. Então para nós da comunidade ele é importante nessa parte. E daí também que ele é uma coisa como se fosse uma terapia pra cabeça da gente. Então é importante também por isso. Então ele é um trabalho que assim, ele é importante também porque ele é desenvolvido dentro do pacote do turismo né, então quando a gente manda o pacote do turismo, ele já vai lá dentro, então é uma oficina que a gente apresenta dentro do grupo de turista, quando eles vêm aqui já vêm sabendo que a gente tem essa oficina dentro do grupo de artesanatos. Então para comunidade, ele é um trabalho bem desenvolvido, e importante por esse motivo também, para ser apresentado ao turista né, então é importante também por esse motivo.

Você tem algum processo determinado para a criação de uma peça ou é feito de forma livre? É o mesmo processo do grupo?

As peças elas são assim, cada um tem seus padrões de peças né. A gente faz cada um faz na sua própria casa. Cada um faz ali em suas horas vagas, então cada um faz a sua peça de seu jeito né, por exemplo, se eu quero fazer um porta joia, eu crio ele do meu jeito né, eu faço do jeito que eu quero fazer. O jogo americano, as vezes acabo incrementando do meu pensamento, da forma que eu quero né, então não tem assim que o grupo obriga que todo mundo faça as peças igual, todo mundo igual. Não. Cada um cria suas peças do jeito que achar melhor. A não ser quando a gente tem uma encomenda, se nós tivermos uma encomenda de 100 bolsas por exemplo, essas bolsas

deverão ser todas do mesmo padrão, tudo no mesmo tamanho, tudo da mesma forma e elas vão ter que ser todas iguais. Então quando acontece assim de ser um pedido ser todo igual, então aí sim o grupo senta, todos no mesmo local, no mesmo lugar, e ali todo mundo vai fazer aquela peça do mesmo jeito, igualzinho, com o mesmo formato, com o mesmo tamanho, né e então é obrigatório mesmo quando a gente tem bastante encomenda, ao contrário cada um cria a sua peça do seu jeito.

Vocês têm algum critério comercial para essas criações chegarem ao mercado?

As peças que a gente faz aqui, elas são comercializadas principalmente na própria comunidade nossa né, para os turistas e visitantes que são jovens de escolas particulares né, que vêm fazer estudos e conhecer a comunidade, conhecer como é nossa vida aqui e aí a gente, nós fazemos esses artesanatos, onde a gente põe amostras dentro da casa de artesanato né, mas para os turistas mesmo. Pra eles verem e acabam comprando e a gente tem também as feiras que têm né, onde são levados os produtos né, e os eventos né, que a gente também convidado. Daí são levadas as peças para ser comercializada também. Mas a comercialização é mais dentro da comunidade para os próprios turistas que vêm visitar a própria comunidade.

Como vocês fazem a introdução de um novo artesanato?

Ah, assim quando a gente tem a ideia de uma peça nova diferente, a gente comunica o grupo, vê se todos gosta e se todo mundo gostar, aí a gente senta todo mundo junto e elabora essa peça nova todo mundo junto e faz né. Na verdade na maioria das vezes quando surge alguma coisa diferente a gente não decide sozinho, a gente tem que decidir junto com o grupo né.

O que você acha da possibilidade de trabalhar com um design?

Eu acho que seria importante a presença sim de um designer. Seria bem importante. Desde que ele desenhasse essa peça, ou ensinasse essa peça pra nós, mas que essa peça continuasse dentro da nossa ancestralidade, dentro do nosso jeito, com a nossa cara mesmo. Continuasse com a cara da nossa comunidade. Acho que ele fizesse o desenho, mas que não mudasse o nosso jeito de antigamente, a nossa forma de ser, o modo de nós mostrar né... a forma que nós somos, de que jeito é a comunidade. Eu acho que seria bem importante né, mas desde que não mudasse muito né, a nossa, digamos assim, o nosso jeito de ser aqui.

Na sua opinião, qual foi o maior problema enfrentado como artesã por você? E na sua opinião qual é o maior problema hoje para o grupo?

Eu acho assim que, no começo, no começo de tudo mesmo. Foi bem difícil, foi bem difícil mesmo a gente sabia que aquela fibra a gente poderia fazer um artesanato, mas,

e dentro de tudo surgiu as dificuldades de como conservar aquele artesanato porque tinha bastante praga. As vezes a gente fazia um artesanato e ela acabava estragando rápido, então eu acho que foi um desafio bem grande, de encontrar um jeito e uma maneira de conservar aquele produto né, então foi bem difícil no começo. E hoje, a dificuldade que a gente têm, no meu pensamento né, que hoje o grupo meio que deu uma dispersada, eu acho porque antes o grupo ele era bem compartilhado, antes os artesãos sempre estavam juntos, sempre estavam ali compartilhando as coisas, as peças para serem confeccionadas, e eu hoje acho uma dificuldade bem grande de você conseguir juntar todos os artesãos as vezes. Muitas das vezes tem seus afazeres, outros tem seus trabalhos, e aquilo que eu falei no começo, o artesanato aqui pra nós foi feito pra uma fonte de renda nas horas vagas, um complemento da renda, então ele não é assim um trabalho que é assim, ah...eu sou obrigado a trabalhar com aqui, então no meu ver juntar o grupo acaba se tornando um pouquinho mais difícil, no meu pensamento no caso né, juntar o grupo pra ter mais convívio dentro do grupo. No meu pensamento a dificuldade é essa.

Você acha que o mercado valoriza o trabalho do artesão local? Qual sua opinião sobre este assunto

Em questão assim da parte do mercado, eu acho assim do meu pensamento, é um pouquinho assim meio dificultoso pra você vender, não é assim...eu assim que não é bem visto dentro do mercado né...é muitas das vezes você faz uma peça, se a gente não vender dentro da comunidade para os turistas, as vezes você acaba não vendendo...né...como as vezes eu já tenho visto que vai assim lá pros eventos, pra feiras e essas coisas e acaba voltando...então eu acho que no meu pensamento o mercado não é assim bem aberto para o artesanato local né, acho que falta muita coisa pra ser bem aceito dentro do mercado.

Na sua opinião, numa visão geral, o que seria o ideal para você desenvolver sua atividade de artesã? E para o grupo?

É no momento o ideal que a gente está precisando, no meu pensamento a meu ver, uma capacitação mais elevada, um curso mais elevado, de acordo com o mercado hoje né no caso, voltando um pouquinho lá atrás ao mercado, com o que a coisa tá hoje, tá mais elevada, mais moderna. Um curso que igualasse com essa modernização. O nosso artesanato é uma coisa boa, mas faz já muito tempo que a gente aprendeu, essas formas de fazer, continua tudo de um jeito só, da mesma coisa né. O curso seria bem-vindo, seria uma coisa boa pra gente modernar mais nossas peças, mas como eu venho dizendo, que continuasse com a nossa cara, com o nosso jeito. O ideal também um pouco mais de ferramenta né pra nós, que é uma coisa também que é dificultoso, a questão das ferramentas, que as vezes têm uma e não tem outra. É bem difícil pra gente fazer uma peça. No meu pensamento essas duas seria um bom começo né.

Vocês já receberam apoio de algum designer ou artista? Como foi esse apoio dado? Você percebeu se houve algum benefício ou acredita que não houve muita mudança com essa ajuda?

Eu não lembro exatamente quanto tempo faz, mas tem uns dois ou três anos mais ou menos, que veio aqui na comunidade, um grupo de pesquisa né, junto com um rapaz chamado Marcelo Rosembaum, eles vieram na comunidade e ficaram mais de 15 dias dentro da comunidade, né, eles vieram aprender na comunidade o nosso trabalho, o nosso dia a dia. E veio de cada país veio um representante né, e parece que esse projeto foi até pela Telefônica se não me engano. E aí esse Marcelo Rosembaum, o nosso artesanato aqui, eles ensinaram algumas coisas pra nós, no mesmo artesanato nosso, mas que poderia que estar sendo mudado, incrementado essas peças, então eles ensinaram várias coisas. Então a gente aprendeu um pouquinho, se por exemplo um colar a gente poderia diferenciar ele, incrementar bem melhor, eles ensinaram bastante coisa. Então foi bem importante a passagem deles por aqui. E aí deu pra aprender um pouquinho, foi o que eu presenciei, foi a única pessoa que eu vi de diferente que ensinou alguma coisa diferente aqui no artesanato. O que eu lembro na verdade né.

Não existe certo ou errado nesta pergunta agora, na sua opinião o que você acha que significa a palavra design e me diz sua opinião qual a serventia do design?

Bom designer pra mim, o que significa pra mim é uma pessoa que faz um desenho, que desenha aquilo que você quer fazer. Acho que é uma pessoa que desenha as formas das peças que você quer tecer, fazer, que você quer tecer ela, e daí você vai fazer a peça em cima daquele desenho. Da forma como aquela pessoa desenhou, do jeito que aquele designer desenhou. E eu acho também que... seria importante também né. Muitas das vezes a gente cria uma peça, e pra gente criar da nossa própria cabeça da gente é um pouco difícil, é mais puxado. Eu acho que a gente tendo assim uma pessoa que te dá o desenho pronto e formato de um artesanato pronto e fala assim esse aqui é pra você fazer, acho que ficaria bem mais fácil.

Entrevista 3

Olá, fique à vontade, este é um bate papo informal para gente se conhecer um pouco mais. Primeiro, me diz seu nome, sua idade, me conta um pouco sobre o quanto tempo você faz artesanato e da história de como tudo começou para você no artesanato.

Bom meu nome é Cristiane, Cristiane Marinho né, sou de Ivaporunduva, tenho 35anos. Bom o artesanato na minha vida ele começou desde criança né. Porque aqui a minha vó mexia muito com taboa para fazer esteira né, e eu por ser a neta mais velha sempre estava lá ajudando pra no que ela precisava, amarrar os espiques da esteira, amarrar as pedrinhas que eles usavam para fazer as tralhas, e aí tava sempre lá presente, auxiliando. Não fui adiante com a esteira (risos) porque são difíceis as técnicas né, mas aí em 97 chegou o artesanato com palha de banana né, quando eu iniciei este trabalho fazendo

mais as pulseirinhas onde eu me identificava. Minha mãe ia para o curso e eu ficava olhando lá, e me identifiquei com as pulseirinhas... então aí eu fui pra técnica das pulseirinhas no início. Hoje eu trabalho com várias outras peças né, entre elas encapar caixinhas, flores, é....bandejas eu gosto de encapar né, pesinho de porta eu gosto de fazer, imã de geladeira, colares, brincos né, hoje eu faço essas peças.

Então o grupo de artesanato aqui de Ivaporunduva ele deu início em 97, com a parceria da Prefeitura com a ESALQ e aí a prefeitura desenvolveu esses cursos dentro da comunidade....é...de uma quantidade de pessoas...poucas resistiram...e foi daí que a gente começou a participar e se envolver mais para não deixar o barco afundar né...daí já tinha os outros artesanatos que a gente tinha aqui que a gente trabalhava e resolveu pensar e montar esse grupo...amplo para pegar tudo...e depois veio um projeto em 20002, 2003 é...que fortaleceu mais...foi uma parceria da associação com o Isa né...que foi um trabalho do PDA que tinha recurso para trabalhar mais. Finalizados o grupo e montamos o grupão com quem queria trabalhar com artesanato, capacitamos mais pessoas né...e estamos né...nessa luta até hoje. Algumas pessoas desaminaram, ou desistiram, outras estão mais idosas, outros integrantes a gente já perdeu né, infelizmente já não faz parte do grupo que não está mais entre nós...mas isso foi uma iniciativa de mulheres mesmo né...mas hoje...hoje não...está mais um grupo aberto como eu falei...tem homens, tem jovens, tem crianças, uma coisa bem interessante que tem em nosso grupo, é a questão das nossas ferramentas de trabalhos, na época antiga né, que é o bodepe, que hoje tem bastante, que é um artesanato nosso e ...a gente apresenta bastante ele...o pessoal trabalha bastante com ele... então tem bastante artesão...cada um com sua diferenciação...cada um com sua ideia...e daí a gente tá aí...até hoje...hoje no início com essa ajuda ficava mais fácil a capacitação...os eventos pra estar participando, depois acabou o projeto, acabou isso aí e ficou nós andando com as nossas próprias pernas e a aí a gente está caminhando um pouco mais devagar, com um pouco mais de dificuldade né...mais buscando sempre o melhor pro grupo.

As pessoas do grupo têm outras atividades além do artesanato?

Então geralmente, as pessoas que estão no grupo eles trabalham em agricultura familiar, eles são bananicultores né, mulheres, outros homens que trabalham...eles fazem artesanatos em horas vagas...tem estudantes ...eu sou formada em pedagogia ...eu trabalho na PAE no município, eu sou contratada como educadora social nessa questão com trabalho com deficiente. Dentro da entidade que trabalho tem um número grande de quilombolas, então eu trabalho com quilombolas, desse trabalho de educador social. Então o meu tempo vago eu sou artesã. Além de artesã, sou educadora social. Sou formada em pedagogia. Mas todos tem um trabalho, não é 100% o artesanato, geralmente ele trabalha com artesanato, e ele faz outras atividades dentro da comunidade. Tem estudantes, tem universitários, né...então tem várias atividades dentro do grupo que fazem essa atividade também.

Quais são as suas inspirações ao criar seu artesanato?

Bom o artesanato pra mim...eu levo pro lado de uma terapia sabe...eu gosto bastante de criar, gosto daquela tranquilidade, eu viajo é confeccionando cada peça...eu vejo cada detalhe que vou montando...vou analisando e vai saindo...e vai criando...Eu penso e vou desenvolvendo...então tem muito amor, muito carinho, muita dedicação. O artesanato pra mim eu trabalho mais nas horas vagas, porque eu sou educadora social né, no meu

dia todo eu trabalho fora da comunidade, e a noite e nos finais de semana eu estou mais voltada pro artesanato né. E também como uma fonte de renda, um complemento de renda. Mas eu faço porque gosto mesmo, gosto e vejo como uma forma de terapia....eu deposito toda aquela energia boa, aquele amor, aquele carinho, em cada confecção de uma peça, onde eu olho e gosto daquilo que eu faço! É isso!

Quais são as técnicas manuais que usa para criar? Quem ensinou essas técnicas que você?

Então como eu já mencionei no início né, o artesanato da palha de banana já existia, já existe na verdade o nosso artesanato, que é aquela questão da taquara, taboa, cipó, taboa, madeira né ...até colher de pau que já existiam, que eu não me identificava com isso né, eu só ajudava minha avó com esse trabalho dela com a esteira. O artesanato de palha de banana ele foi trazido para comunidade. Então ele não é um artesanato natural nosso, foi pensado numa forma de ...de um trabalho sustentável, pensando numa forma de reaproveitar um material que a gente tinha, e surgir a renda para a comunidade né. Essa técnica ela veio através da prefeitura e parceria com ESALQ né, onde a pessoa do Alzir, que era o artesão da época trouxe, o primeiro curso que teve via prefeitura né, então ali foi ensinado mexer no tear, fazer tapete, fazer bolsas, fazer pulseiras, fazer macramé né, tirar e extrair a palha, porque era um material que a gente não tinha ideia que dava pra fazer artesanato né...então em 97 veio essa técnica pra nós...nós nunca tínhamos mexido com palha propriamente dito, só com o artesanato nosso tradicional daqui.

No seu ponto de vista, por que é importante o trabalho artesanal? E para a comunidade, você acha que é importante?

Então o trabalho do artesanato com o grupo na comunidade eu acho que reforça a união. Que é o trabalho em conjunto né, foi um grupo que iniciou-se com mulheres, e hoje a gente têm um número de homens, de jovens e de crianças, e levanta a auto estima né. Eu acho que a mulher ela...além de tudo isso, ela tá lá na roça, vim e fazer e trabalhar fora, ainda ter o carinho e o tempo de fazer o artesanato, eu acho que é um complemento de renda né...ela se sente valorizada com o trabalho que faz, o reconhecimento dessa peça, desse trabalho né, quando as pessoas batem o olho e gostam né. Então é um valor é sem tamanho para a comunidade e para o grupo né. E sem contar a auto estima né...ali ela está trabalhando...não está parada...ajuda na renda da casa com o artesanato e faz com amor e com carinho. Então para a comunidade isto é bastante interessante...porque, porque fortalece a união do grupo, é tudo ali é discutido em grupo né, tudo que a gente decide é através do grupo, o primeiro do grupo associação...depois através do grupo interno que o do artesanato...então eu acho de fortalecimento de grupo, de união, de coletividade.

Você tem algum processo determinado para a criação de uma peça ou é feito de forma livre? É o mesmo processo do grupo?

Então essa questão do trabalho, de início a gente trabalha em grupo né. Como era uma coisa nova a gente trocava bastante experiência. E com o passar do tempo, as artesãs, os artesãos foram se adaptando ao tempo. Então as pessoas levam seus teares para casa

e fazem a peça, imaginam sua peça...mas tem um padrão por exemplo...se eu quero um descanso de panela, todos os artesãos vão fazer o descanso de panela padronizado, cada um com sua técnica mas padronizado né, os tamanhos...os tamanhos são únicos né. Jogos americanos para quem mexe com o tear, que não é o meu caso, que trabalho mais com encapamento, flores...essas coisas...então já padronizado né. As pessoas trabalham em casa com um padrão. Agora quando tem encomendas...por exemplo...o Sesc pede 150 bolsas...daí tem que ser tudo mais do que padronizado, tudo perfeito, tudo do mesmo jeito, as artesãs fazem as peças em casa e o fechamento em grupo. Então têm essa questão de padronização também né. As minhas peças eu faço mais em casa né, em casa porque uso mais meu tempo livre que é a noite e aos finais de semana...mas sempre que possível que dá estar junto com o grupo trabalhando eu to lá...mas... eu trabalho mais em casa...

Vocês têm algum critério comercial para essas criações chegarem ao mercado?

Então hoje aqui na comunidade de Ivaporunduva a gente trabalha com o turismo de base comunitária étnico-cultural. Então esse trabalho traz o turista até né. Então a gente tem várias escolas que vê durante o ano né, durante o mês, durante a semana, têm uma quantidade de escolas particulares em São Paulo...escolas públicas e particulares de São Paulo né...então essas pessoas vêm e fazem o trabalho de campo com o turismo e o fechamento é o artesanato...então têm uma casinha que a gente fez, toda tradicional, de pau a pique né, tudo bonitinha, para receber essas pessoas e mostrar nossas peças, nosso artesanato né...têm também feiras...a gente vai quando dá para participar né...por conta dos custos as vezes não dá tanto pra sair, mas sempre que possível tá indo...tem é... lojas e algumas coisas e ou algum evento quando pode a gente também participa...então tem esses ramos de venda né...mas pra nós tá mais centrado na comunidade...na casa de artesanato aqui dentro da comunidade...

Como vocês fazem a introdução de um novo artesanato?

Então... eu particularmente, como que trabalho com brincos e colares...revestimentos...flores...então eu procuro sempre tá pesquisando alguma coisa nova né...por exemplo esse ano...final do ano pra cá...ali por outubro...eu comecei o lançamento dessas peças...que são colares, os brincos né...então cada peça que eu vou pensando, e que eu me identifico e eu vou fazer e eu consigo, a gente têm um grupo na rede social de Whatasapp...as vezes não dá pra se juntar o grupo...então tudo que é novo a gente vai postando ali...né...então os próprios artesão vão dizendo: nossa tá legal isso...e se vai tendo ideias...eu mesmo gosto bastante de criar, de inventar né, uma peça nova, uma coisa ou outra...então eu to sempre postando no grupo, para que o grupo veja se está bom...se está legal...se gostaram...se acha que vai dar certo né...então eu pesquiso bastante...eu meio que viajo nisso né...eu penso...vou indo... indo...pesquisei...vejo a melhor forma...vou tentando...vou tentando...até dar um resultado final na peça que eu imaginei...mas sempre assim em contato com o grupo né...estou sempre postando essas minhas peças...como eu não estou durante o dia, durante a semana na comunidade ativamente...estou mais a noite...então tô sempre postando as peças que vou criando...

Não existe certo ou errado nesta pergunta agora, na sua opinião o que você acha que significa a palavra design e me diz sua opinião qual a serventia do design?

Risos...eu não sei explicar tão bem assim...mas eu penso que o designer ajuda a formar uma peça por exemplo. Eu fiz uma peça com a minha técnica, de repente um olhar de um designer pode pensar assim...nossa se você fizer isso...fizer aquilo...finalizar de repente...alguma que some nessa peça...eu acho que é...num sei como eu posso dizer...mas agregar esse olhar né...é...nessa peça...nessa confecção dessa peça...a finalização dela...ou agregar alguma coisa nela né...que a gente que não tem de repente esse olhar faz do meu jeito e por exemplo vêm uma pessoa que têm essa experiência e que olha ...olha se você fizer isso...fizer aquilo...então eu penso que seja uma finalização...uma agregação de uma nova técnica...algo desse tipo...se eu não tiver errada (risos)

Vocês já receberam apoio de algum designer ou artista? Como foi esse apoio dado? Você percebeu se houve algum benefício ou acredita que não houve muita mudança com essa ajuda?

Então se um designer propriamente dito eu não lembro assim....o que acontecia muito no início que a gente tinha apoio de projetos era troca...muitas trocas de experiências...inclusive com o grupo da Banarte quando a gente o primeiro contato...a gente sempre ia fazer essa troca de experiência com eles que já trabalhavam com isso ..é...mas assim dizer que a gente tivesse um olhar...assim...eu acredito que a gente não teve...mas...teve mais sim troca de experiência... conhecer outras técnicas de outras pessoas de repente o mesmo trabalho com a palha de bananeira e conhecer novas técnicas... não sei propriamente dito com um designer...não estou me lembrando disto agora...mas era mais troca de experiência que a gente vivenciava.

O que você acha da possibilidade de trabalhar com um design?

Bom como eu disse acima , um designer eu vendo no meu ponto de vista, ele somaria muito né...até nessa questão de olhar técnico mesmo...de somar com a experiência de finalização, de ideias novas...de sei lá...de até aperfeiçoar essa peça, esse trabalho né...então acho que seria bastante interessante né...então é outro olhar que vê nosso trabalho né...de repente...nossa posso montar isso, posso fazer aquilo...então seria interessante, e somaria para o grupo sabe...esse olhar de uma pessoa, de um especialista, de um designer que entenda do desenrolar das técnicas...desse olhar...assim...sabe da finalização bonita que aperfeiçoe mais ...eu acho que somaria bastante...

Na sua opinião, qual foi o maior problema enfrentado como artesã por você? E na sua opinião qual é o maior problema hoje para o grupo?

Bom meu maior desafio...no início enfrentado ... por assim....é dificuldade de tempo pra estar acompanhando né...eu queria um tempo a mais... e eu não tinha esse tempo para estar mais ativamente no grupo...daí dei uma afastada né...aí dois anos e meio, uma ano e meio eu retomei voltando ao grupo...daí eu acho que dificultou bastante porque daí você já pega o bonde andando...e até aí você pegar o fio da meada novamente você ..é bem complicado...O desafio com grupo...são pessoas...são seres humanos...né...cada um com uma ideia...a parte organização a gente consegue fazer...somos adultos e conseguimos discutir as ideias. montar tudo...um grande ponto de dificuldade nossa é essa participação em eventos né...que a gente tem muita dificuldade por falta de

recursos...essa questão de aperfeiçoamento de peça...que nós fazemos nos mesmos...artesãos...nós temos a técnica e fazemos nós mesmos, finalização né...para agregar um valor...Aquele questão de discussão de valores né...pra chegar em valores ..como que eu faço isso...são pontos bastante complicados pra nós né...por não ter essa experiência...a gente não sabe colocar o nosso valor no trabalho que a gente faz...embora que seja um trabalho que exige muito...além do amor e carinho ..se dedica um tempo...então como calcular o valor para o produto final é uma dificuldade que a gente tem né...questão de divulgação...como eu falei lá pra vocês naquela demanda no grupo né, das ideias...que a gente sofre bastante com essa questão de divulgação, sem estrutura mesmo né, a gente vai com o que a gente pode...não temos um olhar assim de alguém com experiência, de um olhar de um profissional pra nos ajudar...então são esses pontos que dificultam um pouco a organização do grupo.

Você acha que o mercado valoriza o trabalho do artesão local? Qual sua opinião sobre este assunto

Bom aqui pra nós, e pra mim...desde quando iniciou, eu acredito que evoluiu bastante essa questão de valorização, mas eu acredito que falta muito para olhar o artesanato como um trabalho, como um trabalho qualquer...vamos se dizer...um artista...um artesão ele é um artista...ele cria suas peças...e ainda não temos essa valorização...principalmente em nossa volta...questão de municípios em nossa região....ainda não temos, as pessoas que tem esse olhar de valorização para com nossas peças são pessoas de fora, que é os que vem ver né...na nossa redondeza...intermunicipal...nós não temos essa valorização...tanto que não temos apoio nenhum, de prefeitura...a gente sabe que...que na questão cultural do turismo teria que ter apoio para esses grupos...mas infelizmente a gente anda com nossas próprias pernas...não tem apoio nenhum...nenhum...nenhum...da prefeitura do município infelizmente...melhor um pouco desde início...com certeza...porque hoje a gente uma casa onde os turistas vem visitar, parte da renda da comunidade entra do artesanato...entra para o artesanato, entra para o artesão, é um recuso que gira na comunidade, mas ainda acho que precisava melhorar bastante o nosso apoio para o nosso grupo...não só aqui para Ivaporunduva, mas pra outras comunidades que trabalham com isso...então eu acredito que ainda dá ..precisa melhorar bastante...bastante ainda essa questão de reconhecimento...

Na sua opinião, numa visão geral, o que seria o ideal para você desenvolver sua atividade de artesã? E para o grupo?

bom como a gente têm discutido sempre...aqui no grupo né...acho que melhorar bastante essa questão...é...essa questão nossa de estrutura...estrutural nossa, para ter uma coisa organizadinha, bonitinha, pro nosso espaço, a estrutura pro grupo, a gente precisa de bastante material, de equipamentos, infelizmente a gente não têm condições né de tá comprando...acho que isso é um desafio pra nós a cada dia, porque a gente não tem ...é limitado com essa questão de recurso...essa questão que eu já tinha comentado que é a questão de um apoio nessa questão do preço final do produto...essa capacitação esse curso né...pra que a gente saiba...acho um ponto bem dificultoso pra nós é um ponto também interessante que poderia melhorar além disso é como tem pessoas novas que entraram no grupo né...fazer uma capacitação geral, novos cursos, novas ideias, novas trocas de experiências né...pra que o povo veja que têm novas ideias que tem outras pessoas que trabalham e com essa troca de experiência possa aprender ainda mais...então assim de lembrando assim...são os pontos de desafio pra nós né...a questão de venda

também é um desafio grande né...como a gente só tem aqui...fica limitado aqui a comunidade como ponto de vendas...seria interessante pra nós uma venda uma venda específica, em pontos específicos, feira, loja...sabe...essa questão de mais...mais pontos de vendas pra nós...acho que é isso...é...vendo assim isso melhora bastante o andamento do grupo.

APÊNDICE C

Técnicas artesanais de tingimento de fibras naturais

LUCIANO PINHEIRO

MATERIAL NECESSÁRIO PARA TINGIR COM PLANTAS:

- PLANTAS;
- ÁGUA;
- FOGO;
- MORDENTES;
- EQUIPAMENTOS AUXILIARES (peneira, colher de pau, tecido para filtrar);

Para se tingir as palhas confeccionadas, podemos utilizar os corantes encontrados na natureza

CORANTES NATURAIS SÃO ENCONTRADOS NAS RAÍZES, FOLHAS, FLORES, FRUTOS, SEMENTES, LÍQUENS E CASCAS

Quantidade de matéria-prima para tingir 1 kg de fibra e 18 litros de água:

MATÉRIA PRIMA	FRESCA	SECA
FLORES	3KG	1,5KG
FOLHAS	5KG	2,5KG
CASCA DE ÁRVORES	700GR	500GR
SERRAGENS	700GR	500GR
SEMENTES (URUCUM)	200GR	100GR
FRUTOS (JEPIPAPO VERDE/ JABUTICABA)	500GR	300GR
RAÍZES	700GR	500GR
LÍQUENS	200GR	150GR
COGUMELOS	500GR	250GR

Obs: A cada tingimento, lavar bem os equipamentos e secar, para que não ocorram alterações nas cores. A água da chuva é uma das melhores para o processo de tingimento.

MORDENTES: Serve para fixar as cores nas fibras (morde a cor)

Tipos de mordentes:

Vegetais: Rico em taninos (folha de goiabeira, eucalipto, aroeira, coração de bananeira, cinzas de folhas de banana ou goiaba, língua de vaca, casca de inhame, casca de romã)

MORDENTE	QUANTIDADE
ALÚMEM	150GR (5 COLHERES SOPA)
ACETATO DE FERRO CASEIRO	60GR (4 COLHERES SOPA)

RECEITA CASEIRA DO ACETATO DE FERRO:

Colocar 500gr de prego enferrujado em 1 vidro grande com tampa;

Acrescentar: ½ litro água morna;

1 copo de vinagre;

1 colher de açúcar;

2 colheres de amido (maisena)

Mexer e deixar curtir por 5 dias. Agitando 2 x ao dia.

EXEMPLOS DE TINGIMENTOS COM CORANTES NATURAIS.

- Semente de urucum: alaranjado.
- Pó de café: marrom.
- Casca de cebola: alaranjado.
- Açafrão: amarelo.
- Folha de cenoura: verde.
- Folha de abacate: mostarda.
- Carço de abacate: marrom.
- Folha de sálvia: verde.
- Casca de uva: azulada.
- Casca de jabuticaba: rosa.
- Casca de pinhão: marrom avermelhado.
- Semente de girassol: amarelo.

PREPARAÇÃO BÁSICA DE CORANTES:

Socar a matéria-prima com um pilão (se for colher no local);

Pesar a matéria prima a ser usada para tingir necessária;

Acrescentar 2 colheres de decoada (água de cinzas); (opcional)

Misturar bem e deixar de molho por 1 noite. (para folhas frescas, sementes, cascas)

Ferver a matéria-prima por 30 minutos;

Coar.

ETAPAS DO TINGIMENTO

1 - MORDÊNCIA

- Coloque 10 litros de água em uma lata de tinta vazia e limpa (de 18 litros) Coloca-se no fogo para ferver, após começar a ferver, acrescentar 80 gramas de pedra hume, 200 mL de glicerina ou óleo vegetal;
- Mexa bem.
- Umedeça as palhas a serem coloridas e coloque na lata de água fervendo.
- Mexa bem.
- Deixe ferver por 30 minutos.
- Retirar da mordência e colocar a fibra no banho do tingimento.

2 - TINGIMENTO:

- Mergulhar as fibras no banho de tingimento;
- Mexer a cada 15 min., deixar cozinhar por 30 minutos;
- Ao final do tingimento, acrescentar 2 colheres de sal de cozinha e cozinhar por mais 15 minutos.
- Pode deixar a fibra nesta mesma água por mais 24 horas;
- Lavar em água corrente e colocar pra secar na sombra.

RESUMO:

1º PREPARAR: MORDENTES

2º PREPARAR O CORANTE

3º MERGULHAR A FIBRA NO MORDENTE

4º TINGIR A FIBRA NO CORANTE

RECEITA EXTRA:

- CORANTE AÇAFRÃO OU URUCUM:
- 500GR DE PÓ DE AÇAFRÃO/URUCUM
- 1 LITRO DE ÁLCOOL
- MEXER E DESCANSAR POR 15 MIN
- ARMAZENAR NUMA GARRAFA;

FICHA MODELO DE RECEITA

Nº _____ Data _____

Planta utilizada: _____ Quantidade

Planta: _____

Apresentação: () pó () casca () folhas () fruto () semente

Quantidade de água: _____ Peso da Fibra a ser
tingida: _____Mordente Utilizada: _____ Quantidade de
mordente: _____Tempo de Mordência: _____ Tempo de Tingimento no
Corante: _____Observações: _____

Nº _____ Data _____

Planta utilizada: _____ Quantidade

Planta: _____

Apresentação: () pó () casca () folhas () fruto () semente

Quantidade de água: _____ Peso da Fibra a ser
tingida: _____Mordente Utilizada: _____ Quantidade de
mordente: _____Tempo de Mordência: _____ Tempo de Tingimento no
Corante: _____Observações: _____

APÊNDICE D – Massa linear, Carga Máxima (cN), Alongamento (%) e tenacidade (cN/Tex) das fibras interna e externa de bananeira (*Musa sp.*), cultivar prata AAB.

Tipo de fibra	comprimento massa (g)		Massa linear - Tex	Carga máxima (cN)	Desvio padrão (%)	Alongamento	Desvio padrão	Tenacidade (cN/Tex)	Desvio padrão
1 Fibra externa grossa algodoniização	0,1	0,002215	22,15	626	1,009	3,64	0,627	28,26	0,0056
2 Fibra externa fina algodoniização	0,1	0,00157	15,7	544	1,024	3,54	0,514	34,64	0,0052
3 Fibra externa grossa + celulase+pectinase	0,1	0,001855	18,55	334	1,24	3,0	0,73	18,00	0,07
4 Fibra externa fina + celulase+pectinase	0,1	0,0015175	15,18	256	0,65	3,16	0,63	17,00	0,04
5 fibra externa grossa celulase + pectinase + branqueamento	0,1	0,00185	18,5	362,3	0,583	3,17	0,52	19,58	0,0315
6 fibra externa fina celulase + pectinase + branqueamento	0,1	0,0010125	10,13	214,2	0,63	3,26	0,621	21,15	0,0622
7 fibra externa grossa celulase + pectinase + branqueamento + tingimento	0,1	0,0019025	19,03	290	0,51	2,80	0,44	15,00	0,03
8 fibra externa fina celulase + pectinase + branqueamento + tingimento	0,1	0,0008275	8,28	150,7	0,4024	3,17	0,714	18,20	0,0486
9 Fibra externa grossa	0,08	0,001055	13,19	288,6	0,725	3,64	0,8529	21,88	0,0549
10 fibra externa fina	0,08	0,0007275	9,09	201,4	0,712	4,64	0,875	22,16	0,0783
11 Fibra interna fina algodoniização	0,1	0,00137	13,7	401	0,36	4,39	1,02	29,00	0,03
12 Fibra interna fina + celulase + pectinase	0,1	0,0013	13	229,2	0,3501	3,62	0,644	17,63	0,0269
13 Fibra interna fina + celulase + pectinase + branqueamento	0,1	0,0012	12	234	0,3939	3,44	0,582	19,50	0,0328
14 Fibra interna fina + celulase + pectinase + branqueamento + tingimento	0,1	0,00111	11,1	174	0,33	4,02	0,72	16,00	0,03
15 Fibra interna fina in natura	0,08	0,0006567	8,21	276	1,23	9,69	2,51	34,00	0,15

APÊNDICE E – MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

Vista Longitudinal - *Imagens MEV da seção longitudinal da fibra de bananeira, espécie Musa sp., cultivar prata AAB, com aumento e escala, respectivamente: (a) 500x e 597 μm ; (b) 5000x e 59,7 μm (laboratório de microscopia da Universidade de Engenharia Têxtil do Minho, Portugal)*

FE1 – amostra fibra externa *in natura*, FE2 -amostra fibra externa com tratamento enzimático antes da extração da palha; FE3 – amostra fibra externa com tratamento enzimático após a sua extração da palha; FE4 – amostra fibra Externa com tratamento enzimático e branqueadas; FI1 – amostra fibra interna *in natura*, FI2 -amostra palha interna com tratamento enzimático antes da extração da palha; FI3 – amostra fibra interna com tratamento enzimático após a sua extração da palha; FI4 – amostra fibra interna com tratamento enzimático e branqueadas;

FE1 – amostra fibra externa *in natura*

FE2 -amostra fibra externa com tratamento enzimático antes da extração da palha;

FE3 – amostra fibra externa com tratamento enzimático após a sua extração da palha;

FE4 – amostra fibra Externa com tratamento enzimático e branqueadas;

F11 – amostra fibra interna *in natura*

FI2 -amostra palha interna com tratamento enzimático antes da extração da palha;

F13 – amostra fibra interna com tratamento enzimático após a sua extração da palha;

FI4 – amostra fibra interna com tratamento enzimático e branqueadas;

APÊNDICE F – RESULTADOS DE TGX/DSC/DTGA – Fibras de bananeira interna e externa.

Figura 114. Curva de TGA e DSC da fibra externa da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.

Figura 115. TGA e DSC da fibra externa da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Figura 116. DTGA da fibra externa da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Figura 117. TGA e DTGA da fibra interna da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Figura 118. TGA e DTGA da fibra interna da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands.

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro

Figura 119. DSC da fibra interna da bananeira em Mettler Toledo, modelo TGA/DSC 2, Netherlands

Fonte: Luciano Fonseca Pinheiro.