



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL - PPGEI

**PRODUÇÃO DE CHAPA PLÁSTICA A PARTIR DO ENDOCARPO DE
MURUMURU (*Astrocaryum murumuru mart.*) E POLIOLEFINAS RECICLADAS.**

WILLIAM ARTHUR DOS SANTOS DE LIMA

BELÉM
2021

WILLIAM ARTHUR DOS SANTOS DE LIMA

**PRODUÇÃO DE CHAPA PLÁSTICA A PARTIR DO ENDOCARPO DE
MURUMURU (*Astrocaryum murumuru mart.*) E POLIOLEFINAS RECICLADAS.**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Industrial
da Universidade Federal do Pará – UFPA,
como requisito para obtenção do título de
Mestre em Engenharia Industrial.

ORIENTADORA: Profa. Dra. Carmen Gilda Barroso Tavares Dias

BELÉM-PA

2021

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de
acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade
Federal do Pará**
**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados
fornecidos pelo(a) autor(a)**

L732p Lima, William Arthur dos Santos de.

PRODUÇÃO DE CHAPA PLÁSTICA A PARTIR DO
ENDOCARPO DE MURUMURU (*Astrocaryum murumuru*
mart.) E POLIOLEFINAS RECICLADAS / William Arthur dos
Santos de Lima. — 2021.

65 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Carmen Gilda Barroso Tavares
Dias

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Industrial, Belém, 2021.

1. Economia circular. 2. Comercialização de
Recicláveis. 3. Compósitos. 4. Cadeia Produtiva. I.
Título.

CDD 338.00284

WILLIAM ARTHUR DOS SANTOS DE LIMA

PRODUÇÃO DE CHAPA PLÁSTICA A PARTIR DO ENDOCARPO DE MURUMURU
(*Astrocaryum murumuru mart.*) E POLIOLEFINAS RECICLADAS

Dissertação apresentada a Universidade Federal do Pará, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Industrial.

Local, ____ de _____ de ____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Carmen Gilda Barroso Tavares Dias
(UFPA/PPGEI)

Profa. Dra. Gilmara de Nazareth Tavares Bastos
(UFPA/ICB)

Prof. Dr. Valdir Florêncio da Veiga Júnior
IME – RJ / Programa de Pós-graduação em Química

“Dedico este trabalho à minha esposa Cintia de Lima, um exemplo de mãe, companheira amorosa e mulher virtuosa, dando apoio a este sonho realizado, minhas filhas Esther e Laura de Lima, meus maiores bens, meus pais e irmã que sempre estiveram em todos os momentos. Amo vocês! ”

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por tua imensa misericórdia, teu amor incondicional, e pelo direcionamento das minhas escolhas e conforto nos momentos difíceis.

A minha orientadora, Profa. Dra. Carmen Gilda, por seus ensinamentos, exemplos, amizade, orientação, supervisão, paciência e apoio incondicional, sem os quais esta tese não seria uma realidade. Muito obrigado!

A minha esposa Cintia, por me apoiar, amar e incentivar sempre, por sua paciência e compreensão, as nossas lindas filhas Esther e Laura que participaram, mesmo sem saber de cada passo para realização deste sonho.

Aos meus pais Antonio Bernardo de Lima e Norma Pacheco Martins dos Santos, por todo carinho, amor e apoio durante a minha vida, nunca conseguirei retribuir tudo que fizeram por mim!

Ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Pará – PPGEI UFPa, por proporcionar a formação de pessoas para o desenvolvimento da exploração sustentável da Biodiversidade Amazônica e gerar oportunidades de negócios para o desenvolvimento do Estado e do Brasil.

A todos que me apoiaram nos ensaios realizados no material da tese, em especial a David Brabo, que contribuiu grandemente para a realização desta tese, muito obrigado por tudo. A Beraca Ingredientes Naturais S.A, empresa que me apoiou com materiais e através do seu processo me fez idealizar este projeto afim de contribuir para o crescimento da empresa e da rede que fornecedores e clientes que a cerca.

Ao ICTBIO, através da Profa. Claudia Lima, pela grande contribuição através das análises químicas que enriqueceram este trabalho.

Agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, de alguma maneira contribuíram para a execução deste trabalho e minha formação acadêmica, seja pela ajuda constante ou por palavras de incentivo, solidariedade ou amizade.

RESUMO

Na Amazônia obtém-se enorme quantidade de resíduos lignocelulosicos não-madeireiros provenientes da produção de óleos e manteigas a partir da prensagem de sementes e amêndoas. A viabilidade econômica e produtiva de chapa plástica tem a proposta de fechar o ciclo de produção de ativos de murumuru (*Astrocaryum murumuru Mart*), as duas maiores empresas produtoras de manteiga de murumuru da região metropolitana de Belém, geraram 410ton de tegumento no biênio (2019/2020), proveniente da extração de manteiga para indústria cosmética. Também busca contribuir com mais opções para reciclagem das embalagens de polietileno de alta densidade (PEAD) e de polipropileno (PP), utilizadas na armazenagem de óleos. O objetivo desse trabalho foi alcançado através do processo produtivo de chapas plásticas com propriedades compatíveis as chapas comercializadas atualmente, com implicações positivas ao meio ambiente.

Palavras-chave: Cadeia Produtiva, Compósitos, Comercialização de Recicláveis, Economia circular.

ABSTRACT

In the Amazon, a huge amount of non-wood lignocellulosic waste is obtained from the production of oils and butters from pressing of seeds and almonds. The economic and productive viability of plastic sheet has the proposal to close the production cycle of murumuru assets (*Astrocaryum murumuru Mart*), the two largest companies producing murumuru butter in the metropolitan region of Belem generated 410ton of tegument in the biennium (2019/2020), from the extraction of butter for the cosmetic industry. It also seeks to contribute more options for recycling high-density polyethylene (PEAD) and polypropylene (PP) packaging, used in the storage of oils. The objective of this work was achieved through the production process of plastic plates with properties compatible with the plates currently marketed, positive implications for the environment.

Keywords: Productive Chain, Composites, Sale of Recyclables, Circular Economy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Maiores localidades fornecedoras de murumuru da Beraca	14
Figura 2 – Valores de preços mínimos de produtos da sociobiodiversidade da safra 2019	15
Figura 3 – Fruto de murumuru.....	16
Figura 4 – Cacho de fruto de murumuru	16
Figura 5 – Semente, amêndoa e manteiga de murumuru	16
Figura 6 – Perfil de ácidos graxos da manteiga de murumuru	16
Figura 7 – Fabricas de extração de manteiga de murumuru.....	17
Figura 8 – Recipientes plásticos para envase de óleos e manteigas	18
Figura 9 – Quantidades de poliolefinas geradas por país	18
Figura 10 – Exemplos de aplicação de chapa plástica.....	20
Figura 11 – Atratividade e crescimento do mercado de chapa plástica global.....	21
Figura 12 – Secador rotativo industrial.....	22
Figura 13 – Moinho de Martelo (Fabrica BERACA).....	23
Figura 14 – Peneira 42mesh	23
Figura 15 – Equipamento para tamboreamento dos compositos	29
Figura 16 – Extrusora	30
Figura 17 – Moinho de Facas (Marca RONE, Modelo NFA 1533)	30
Figura 18 - Prensa Hidráulica 30Toneladas - RIBEIRO-RP0004	31
Figura 19 – Molde para placa (7cm x 9cm)	31
Figura 20 – Pressão de 10ton para moldagem das placas	32
Figura 21 – Ensaio de flexão (Inicio)	34
Figura 22 – Ensaio de flexão (Final)	34
Figura 23 – Semente de murumuru.....	35
Figura 24 – Tegumento de murumuru.....	35
Figura 25 – Peneiramento do tegumento de murumuru.....	35
Figura 26 – Tegumento moído de murumuru (42mesh)	35
Figura 27 – Análises da torta de amêndoa de murumuru (SENAI ISI-BIOMASSA)	36
Figura 28 – Comparativo do teor de lignina e celulose em diferentes compositos... ..	36
Figura 29: Placas visualizadas em Luz Ultravioleta (366nm) – A esquerda (Placa cromatográfica antes do revelador); A direita (Placa cromatográfica depois do revelador)	37

Figura 30: Placas visualizadas em Luz Ultravioleta (366nm)	38
Figura 31 – Resultado inicial do teor de volateis	40
Figura 32 – Resultado final do teor de volateis	40
Figura 33 – Poliolefinas cortadas	40
Figura 34 – Poliolefinas moídas 1mm	40
Figura 35 – Mecanismos de reação de MAPP com um grupo hidroxilana superfície da farinha de chapa.....	41
Figura 36 – Biocompósito tegumento e poliolefina 30%/70%	41
Figura 37 – Processo de extrusão do biocompósito.....	42
Figura 38 – Biocompósito extrusado	42
Figura 39 – Biocompósito extrusado e moído	43
Figura 40 – Placa N° 1 Temperatura 220°C.....	43
Figura 41 – Placa N° 2 Temperatura 180°C.....	43
Figura 42 – Visão do perfil da Placa N° 1 - Temperatura 220°C	47
Figura 43 – Visão do perfil da Placa N° 2 - Temperatura 180°C	48
Figura 44 – Corpos de prova da Placa N° 1, 4hrs após o teste de flexão	49
Figura 45 – Corpos de prova da Placa N° 2.....	52

SUMÁRIO

1. - INTRODUÇÃO	13
1.1 - CADEIA DO MURUMURU	14
1.2 - Poliolefinas no meio ambiente	18
2. - MATERIAIS E METODOS	23
2.1 - Processamento do tegumento de Murumuru.....	23
2.1.2 - Fluxo de obtenção do tegumento moído de murumuru.....	25
2.2 - Teor de lignina e celulose	25
2.3 – Caracterização dos Voláteis do Tegumento do Murumuru.....	25
2.3.1 - Método do Radical DPPH Técnica do DPPH	26
2.3.2 - Análise qualitativa para determinação de classes de compostos realizada a partir do HPTLC/CCDAE (High-Performance Thin Layer Chromatography /Cromatografia em Camada Delgada de Alta Eficiência (CCDAE).....	27
2.3.3 - Técnica para Análise qualitativa para determinação de classes de compostos realizada a partir do HPTLC/CCDAE (High-Performance Thin Layer Chromatography/Cromatografia em Camada Delgada de Alta Eficiência (CCDAE)	28
2.3.4 - Doseamento de Equivalente Ácido Gálico e Equivalente Quercetina	28
2.3.5 - Equivalente Ácido Gálico (mg de GA/g de extrato)	28
2.3.6- Equivalente Quercetina (mg de QUE/g de extrato)	29
2.4 - Processo de moagem da poliolefina	29
2.5 - Processo de Tamboreamento	30
2.6 - Extrusão do biocomposito	30
2.7 - Moagem do biocomposito extrusado	31
2.8- Moldagem da Placa de biocompisto	32
2.9 - Ensaio de microscopia	33
2.10 - Ensaio de flexão.....	33
3. -RESULTADOS E DISCURSSOES	36
3.1 - Processamento do tegumento de Murumuru.....	36
3.2 - Teor de lignina e celulose	37
3.3 - Caracterização dos Voláteis do Tegumento de Murumuru	38
3.3.1 - Técnica para Análise qualitativa para determinação de classes de compostos realizada a partir do HPTLC/CCDAE (High-Performance Thin Layer Chromatography/Cromatografia em Camada Delgada de Alta Eficiência (CCDAE)	38

3.3.2 - Cumarina.....	38
3.3.3 - Compostos Fenólicos.....	39
3.3.4 - Método do Radical DPPH	40
3.3.5 - Doseamento de Equivalente Ácido Gálico	40
3.3.6 - Doseamento de Equivalente Quercetina.....	40
3.4 - Processo de moagem da poliolefina	42
3.5 - Processo de tamboreamento	42
3.6 -Processo de extrusão do biocomposito.....	43
3.7 - Processo de moagem do biocomposito extrusado.....	44
3.8 - Moldagem das placas de biocomposito	45
3.9 - Fluxo de produção da placa de biocomposito de murumuru.....	46
3.10 - Análise microscópica.....	47
3.10.1 - Placa N° 1 (220°C)	47
3.10.2 - Placa N° 2 (180°C)	48
3.11 - Ensaio de flexão.....	49
3.11.1 - Placa N°1	49
3.11.2 - Placa N°2	51
CONCLUSÃO.....	54
REFERÊNCIAS.....	55

1.- INTRODUÇÃO

Atualmente devido ao crescente pensamento em relação à preservação ambiental e desenvolvimento sustentável, buscam-se alternativas que reduzam ao máximo a utilização de recursos naturais, afinal de contas, grande parte desses recursos são não renováveis, podendo vir a gerar a escassez, nesta tese este recurso é o madeireiro. Outro ponto do tema ambiental é a geração de resíduos plásticos que são considerados os grandes vilões ambientais, pois enormes quantidades são descartadas indiscriminadamente em praticamente todo o globo terrestre.

Infelizmente, apenas 14% desse passivo ambiental vem tendo destinação ambientalmente correta. A ineficiência do uso correto do plástico faz com que a cada ano cerca de oito milhões de toneladas sejam despejadas nos oceanos. O expressivo volume, encontrado nos corpos hídricos, fauna e flora marinha da Terra, permite afirmar que praticamente toda a cadeia alimentar humana já se encontra contaminada de alguma forma por plástico. Os plásticos, quando descartados de maneira incorreta, podem representar sérios problemas ao meio ambiente, já que demoram muito tempo para sua degradação e ocupam volumes elevados em aterros sanitários. A reciclagem é processo muito importante, tanto para diminuir o acúmulo de dejetos, quanto poupar a natureza da extração inesgotável de recursos.

Neste cenário, apresentam-se os resíduos gerados nas agroindústrias de Belém, mais especificamente as indústrias de produção de óleos amazônicos que neste trabalho será representada pela Beraca Ingredientes Naturais Ltda, maior produtora de óleos amazônicos do mundo. Dentre esses resíduos há o tegumento do murumuru, que atualmente é encaminhado para queima em caldeiras, por se tratar de um material altamente lenhoso.

Portanto, a partir das oportunidades mostradas esta tese discutirá a possibilidade do processo de produção da chapa plástica, utilizando os resíduos de plástico e tegumento gerados na Beraca (em 2019 a quantidade de resíduos de plásticos gerados pela empresa foi de 2,5Ton de PP e PEAD), uma vez que a chapa plástica é apontada como um grande aliado à sustentabilidade, por todas as implicações positivas ao ambiente, a começar por ser um produto reciclado e reciclável.

Considerando a lignocelulose como componente substancial para o

desenvolvimento de novos biocompositos a reutilização desses tegumentos para este fim é proposta como uma fonte potencial para substituição da chapa em biocompositos. Além do que, a produção florestal não madeireira contribui para a geração de renda das comunidades locais, promovendo a conservação das florestas e a mitigação dos efeitos da mudança climática.

Relatórios de estudos a extração de lignocelulósico do tegumento de murumuru não foram encontrados na literatura científica, motivo pelo qual foi solicitado a patente **PLASTICOS MURUMURU**.

O objetivo deste trabalho visa a produção da chapa plástica bruta.

1.1 - CADEIA DO MURUMURU

Em relação à densidade das árvores de murumuru, há uma grande variação de valores em uma mesma região e entre regiões distintas. No Estado do Acre há indicação de 10 a 28 plantas/hectare. No estuário amazônico entre os municípios de Chaves e Afuá, PA, e em margens de rios em Barcarena, PA, já foram contabilizados de 126 plantas/hectare a 325 plantas/hectare, respectivamente. Também no Município de Afuá, PA, em estudo de composição florística de uma área de várzea baixa foram encontradas 1.396 plantas/ha. Em várzeas amapaenses foram observadas 39 plantas/hectare no Rio Mutuacá, 137 plantas/hectare no Furo do Mazagão e 141 plantas/hectare no Rio.

No Estado do Acre, uma palmeira de murumuruzeiro produz em média quatro cachos/ano e cada cacho possui uma média de 300 frutos, podendo então alcançar uma produtividade de 1.200 frutos/palmeira/ano, ou seja 4,5 sacos de 42 kg de cocos, totalizando 189 kg de cocos. Nas condições do Amapá, em cada cacho o número médio de frutos foi de 243 frutos/cacho. (Dados: Setor de Biodiversidade Beraca, 2019)

Algumas das maiores fornecedoras de murumuru da Beraca são cooperativas que se encontram próximas da região metropolitana de Belém, as principais estão localizadas nos municípios de Abaetetuba, Cametá, Santa Luzia do Pará e Tomé-Açu, conforme figura 1.

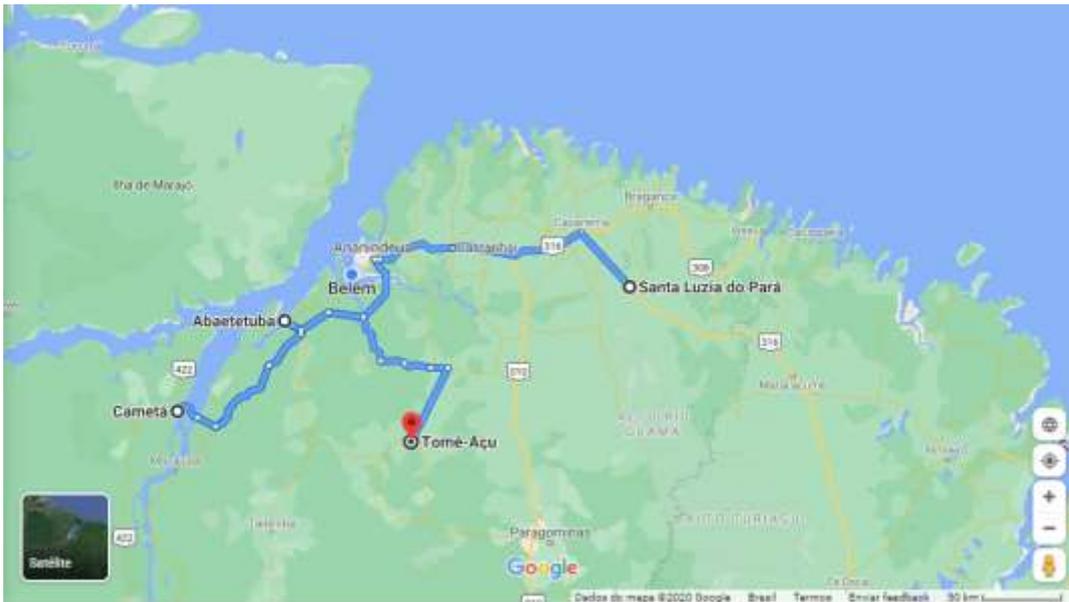


Figura 1 – Maiores localidades fornecedoras de murumuru da Beraca

A cadeia desse fruto já está formada e estabelecida, inclusive, a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) publicada a cada ano, portaria com os valores dos preços mínimos para comercialização e as regiões do país que terão amparo e o período de vigência desses valores. Os preços mínimos para a safra 2019 foram publicados pela Portaria MAPA nº 141, de 08 de janeiro de 2019, conforme a figura 2.

Produtos	Preços Mínimos para a Safra 2019 (R\$/Kg)	Regiões/Unidades da Federação Amparadas
Borracha Natural Extrativa (cernambi)	5,58	Norte (exceto TO) e Norte do MT
Buriti	1,29	Norte
Cacau Extrativo (amêndoa)	7,57	AM e AP
Carnaúba	Cera (bruta gorda)	Nordeste
	Pó Cerífero (tipo B)	Nordeste
Castanha do Brasil (com casca)	0,89	Norte e MT
Juçara (fruto)	3,06	Sul e Sudeste
Macaúba (fruto)	0,76	Norte, Nordeste
	0,57	Centro-Oeste e Sudeste
Mangaba (fruto)	2,68	Nordeste
	1,68	Sudeste e Centro-Oeste
Murumuru (fruto)	0,44	Norte
Pequi (fruto)	0,62	Norte Nordeste Sudeste e Centro-Oeste
	2,26	Norte
Piaçava (fibra)	2,11	Bahia
	3,52	Sul, MG e SP
Umbu (fruto)	0,71	Nordeste e MG

Fonte: Conab (2019)

Figura 2 – Valores de preços mínimos de produtos da sociobiodiversidade da safra 2019

A palmeira de médio porte que pode atingir até 10 m de altura, caule pouco desenvolvido, folhas compridas de até 4m. A frutificação da espécie ocorre entre os meses de dezembro a abril. Atualmente, o fruto de murumuru (*Astrocaryum murumuru Mart*) vem ganhando espaço no setor industrial através da manteiga produzida a partir da sua amêndoa, sendo esta a matéria prima para diversos produtos cosméticos de marcas brasileiras e internacionais. Este fato contribuiu grandemente para diminuição da derrubada das palmeiras de murumuruzeiros, que são encontradas em toda a região amazônica, sendo que no estuário do Rio Amazonas e afluentes, ocorre a espécie *Astrocaryum murumuru*, enquanto no alto Amazonas, a espécie encontrada é o *Astrocaryum ulei*.

O murumuruzeiro ocorre principalmente em áreas úmidas e temporariamente inundadas, próximas aos rios e lagos, às vezes formando grandes populações, apresentando elevado valor de importância A dispersão de seus frutos é feita pela água dos rios, pela fauna aquática e terrestre como pacas, jabutis, quatipurus, macacos, queixadas, entre outros. Esta palmeira representava cerca de 15% das espécies ocorrentes, sendo considerada uma das cinco espécies com maior índice de valor de importância ampliado e econômico, podendo ser encontrada em uma densidade de 516 a 1.396 plantas/ha. (BEZERRA, 2012)

A polpa amarela correspondente a 53% do fruto, que é comumente consumida por roedores, que deixam uma semente limpa, conforme figuras 3 e 4. Esta semente contém um tegumento lenhoso e, somente no estado seco, é possível separar a casca da amêndoa. O tegumento representa 50% do peso da semente

A amêndoa contém 40-42% de uma manteiga branca (figura 5) onde os principais ácidos graxos que constituem esse triglicerídeo estão na figura 6, de acordo com análise realizada pelo laboratório de controle de qualidade da Beraca Ingredientes Naturais Ltda.

A manteiga é utilizada como componente da produção de cosméticos (shampoos, condicionadores, hidratantes, sabonetes).

Todo tegumento de murumuru gerado pelas indústrias de óleos da região é destinado para queima, como combustível para caldeiras de biomassa.



Figura 3 – Fruto de murumuru



Figura 4 – Cacho de fruto de murumuru



Figura 5 – Semente, amendoa e manteiga de murumuru

COMPOSIÇÃO GRAXA		
Ácido Caprílico (C8:0)	%	≤ 3,0
Ácido Cáprico (C10:0)	%	≤ 3,0
Ácido Láurico (C12:0)	%	35,0 – 50,0
Ácido Mirístico (C14:0)	%	25,0 – 35,0
Ácido Palmítico (C16:0)	%	6,0 – 10,0
Ácido Esteárico (C18:0)	%	2,0 – 6,0
Ácido Oleico (C18:1)	%	5,0 – 13,0
Ácido Linoleico (C18:2)	%	2,0 – 6,0

beraca.com

BERACA INGREDIENTES NATURAIS S.A.
Rodovia BR 316, KM 8, QD. 3, LT. 3 - Levilândia - Ananindeua - Pará - Brasil

Figura 6 – Perfil de ácidos graxos da manteiga de murumuru

No período entre 2018 e 2019 a Beraca gerou 160ton de tegumento de murumuru, proveniente do descascamento e posterior separação da semente de murumuru para a prensagem e extração de sua manteiga.

Além da Beraca, existem mais três fabricas produtoras de óleos amazônicos que geram este resíduo, outra empresa uma delas, localizada da região de Ananindeua-Pa, é a Amazon Oil gerou em 2019 250ton de endocarpo. As demais são as fabricas da Synrise e Citroleo, estão em um raio de aproximadamente 30km, de acordo com a figura 7.

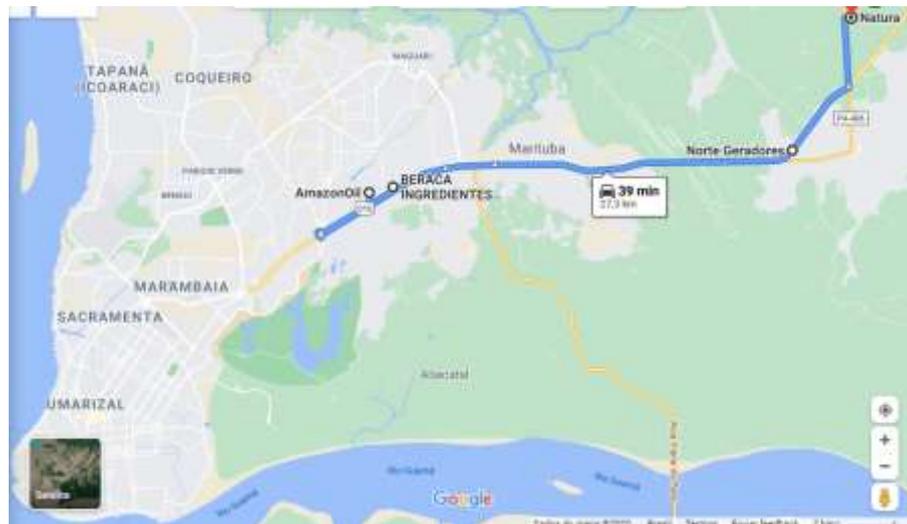


Figura 7 – Fabricas de extração de manteiga de murumuru

No processo produtivo das fabricas de oleos tambem sao geradas poliolefinas utilizadas provenientes de recipientes plásticos [Polipropileno (PP) e Polietileno de alta Densidade (PEAD)] utilizados para envasar os óleos e manteigas produzidos em cooperativas fornecedoras.

Após retirada da matéria prima os recipientes não podem ser reutilizados, devido ao risco de contaminação ao produto acabado. Assim, as embalagens são destinadas para reciclagem.

1.2 - Poliolefinas no meio ambiente.

O Brasil, segundo dados do Banco Mundial, é o 4º maior produtor de lixo plástico no mundo, com 11,3 milhões de toneladas, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, China e Índia. Desse total, mais de 10,3 milhões de toneladas foram coletadas (91%), mas apenas 145 mil toneladas (1,28%) são efetivamente recicladas, ou seja, reprocessadas na cadeia de produção como produto secundário. Esse é um dos

menores índices da pesquisa e bem abaixo da média global de reciclagem plástica, que é de 9%. Conforme a figura 9.



Figura 8 – Recipientes plásticos para envase de óleos e manteigas

Pais	Total de lixo plástico gerado	Total incinerado	Total reciclado	Relação produção e reciclagem
Estados Unidos	70.782.577	9.060.170	24.490.772	34,60%
China	54.740.659	11.988.226	12.000.331	21,92%
Índia	19.311.663	14.544	1.105.677	5,73%
Brasil	11.355.220	0	145.043	1,28%
Indonésia	9.885.081	0	362.070	3,66%
Rússia	8.948.132	0	320.088	3,58%
Alemanha	8.286.827	4.876.027	3.143.700	37,94%
Reino Unido	7.994.284	2.620.394	2.513.856	31,45%
Japão	7.146.514	6.642.428	405.834	5,68%
Canadá	6.696.763	207.354	1.423.139	21,25%

Fonte: WWF / Banco Mundial (*What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*)

Figura 9 – Quantidades de poliolefinas geradas por país

Devido principalmente as questões ambientais, vem crescendo no mercado a produção de chapa plástica no mundo, uma vez que o alcance do material é enorme e existe uma grande variedade de áreas diferentes produtores de resíduos.

Para a fabricação de compósitos chapa plástica, normalmente utiliza-se partículas de madeira ou farinha de madeira usadas como o componente orgânico e para melhorar as propriedades físicas e químicas do produto final. Os resíduos plásticos são utilizados de vários tipos, tratados de forma a serem processados e pigmentados para tornar sua aparência e utilidade semelhantes às da madeira comum.

Os plásticos citados a seguir são os mais utilizados neste processo, uma vez que são os mais comuns no mercado e conseqüentemente os mais descartados para reciclagem:

- PEAD: Polietileno de Alta Densidade: utilizados em garrafas de álcool, vinagre, de produtos químicos e de higiene e na confecção de engradado de cervejas;
- PEBD: Polietileno de Baixa Densidade: encontrados em embalagens de alimentos, sacos industriais e de lixo;
- PET: Polietileno Tereftalato: utilizados em embalagens de refrigerantes, sucos e alguns produtos de limpeza;
- PVC: Policloreto de Vinila: usados em calçados, tubos e conexões para água e em encapamentos de cabos elétricos;
- PP: Polipropileno: utilizados em potes de margarina e seringas descartáveis.

Uma das prioridades da estratégia de desenvolvimento mundial é a transição para a economia circular, através da eficiência dos recursos, o que permite reduzir a pressão sobre o meio ambiente, aumentando a competitividade e a inovação, bem como seu crescimento, além da criação de novos empregos. A utilização de resíduos como recurso é uma das metas para consumo e produção sustentáveis. O plástico está incluído nas cinco prioridades do plano de ação para a economia circular. A taxa de plástico a reciclagem está planejada para aumentar até 55% e o aterro sanitário está planejado para ser reduzido para não mais de 10% até 2030. Hoje, várias empresas locais de pequena escala, com foco em melhor coleta e classificação, já estão trabalhando nessa área.

O mercado global de reciclagem de plástico foi avaliado em US\$ 31,5 bilhões em 2015 e prevê-se um crescimento anual de 6,9% durante o período 2016 e 2024. Os líderes em reciclagem são polietileno de alta densidade (HDPE), tereftalato de polietileno (PET), seguido de polietileno de baixa densidade (LDPE), polipropileno (PP), cloreto de polivinil (PVC) e outros tipos. (TURKU, 2018)

Em um estudo as fibras lignocelulósicas (pedúnculo, palha de arroz, bagaço e banana) resíduos vegetais da agroindústria, foram consideradas reforço de matrizes

poliméricas. Estes resíduos são difícil de descartar, enquanto os números de produção são enormes (Keskisaari, 2018).

O setor de fabricação de chapa plástica composto (WPC) cresceu rapidamente nos últimos anos. América do Norte e China são os dois maiores produtores, sendo a terceira a Europa. O desenvolvimento do mercado tem sido excelente nos últimos anos e, especialmente na China, ritmo de desenvolvimento do mercado tem sido frenético, com a produção que triplicou de 2010 a 2012 (Keskisaari, 2018).

A aplicabilidade da chapa plástica é bastante rica, podendo substituir a chapa natural de forma muito similar. Tem ganhado espaço na arquitetura, na construção civil e também na decoração de áreas externas. Produtos como mourões, cercas, currais, bancos de praça, postes, tábuas, painéis, ancoradouros, móveis, *pallets*, *piers*, portões, brinquedos de parque de diversões, são exemplos de algumas das suas diversas utilidades, figura 10 (Dossiê técnico - Serviço Brasileiro de Brasileiro de Respostas Técnicas, 2013).



Figura 10 – Exemplos de aplicação de chapa plástica

Aplicações, não só substitui a chapa tradicional como ainda apresenta vantagens. Uma chapa comum requer vedação, pintura, lixamento, além da substituição periódica de tábuas danificadas. Já o de chapa plástica não requer toda essa preparação, não solta farpas, não racha e não precisa de substituição. Na construção civil, pode ser utilizada em muitos espaços da obra, conforme Allpex Brasil (Dossiê técnico - Serviço Brasileiro de Brasileiro de Respostas Técnicas, 2013).

O mercado mundial de chapa plástica foi avaliado em 2,55 milhões de USD,

em 2016, sendo esperadas vendas na ordem de 6,58 bilhões de USD até 2023, um crescimento médio de 12,6% ao ano neste período. O mercado global está sendo direcionado pela alta disponibilidade de plásticos não reutilizáveis e resíduos de chapa descartados, principalmente a demanda crescente de aplicações, figura 11.

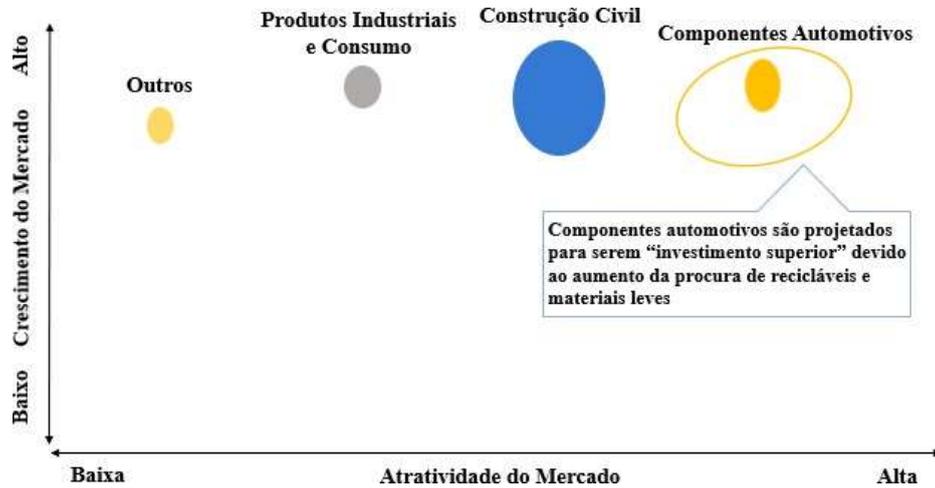


Figura 11 – Atratividade e crescimento do mercado de chapa plastic global
(Fonte: adaptado de ALLIED MARKET RESEARCH, 2018)

Dentre as vantagens da utilização das chapas plásticas estão, a limpeza, não precisam ser lixadas ou envernizadas, o material suporta pinturas, colas, enceramentos e pode ser aparafusada e manuseada com os mesmos equipamentos utilizados na manipulação da chapa natural, não há perdas de matéria-prima na produção, uma vez que os resíduos são reaproveitados no início do processo, o plástico reciclado é a matéria-prima do produto e evita o corte de chapa natural, ou seja, um produto ecológico e sustentável.

2. MATERIAIS E METODOS

Os materiais utilizados neste trabalho foram o tegumento de murumuru gerado pelo processo de extração da manteiga na Beraca. A poliolefina utilizada são provenientes de recipientes plásticos utilizados para envasar óleos e manteigas de outras espécies vegetais produzidas em cooperativas fornecedoras da Beraca.

2.1 - Processamento do tegumento de Murumuru

Inicia-se com o recebimento das sementes de murumuru úmidas na empresa Beraca, estas são provenientes das cooperativas parceiras da empresa, onde inicialmente foi retirada a polpa do fruto manualmente. A primeira etapa é a secagem da semente, sua umidade inicial está em torno de 30%. No um secador industrial (Figura 12) rotativo com capacidade para 10ton de material, aquecido por fornalha de biomassa e exaustor de ar quente, processo sob temperatura entre 70 a 80°C durante 36h.



Figura 12 – Secador rotativo industrial

Para este trabalho o tegumento foi moído em moinho de martelo na fábrica utilizando tela de 3mm, figura 13.



Figura 13 – Moinho de Martelo
(Fabrica BERACA)

Em seguida o material moído foi peneirado obtendo o pó com granulometria abaixo de 42mesh, figura 14.

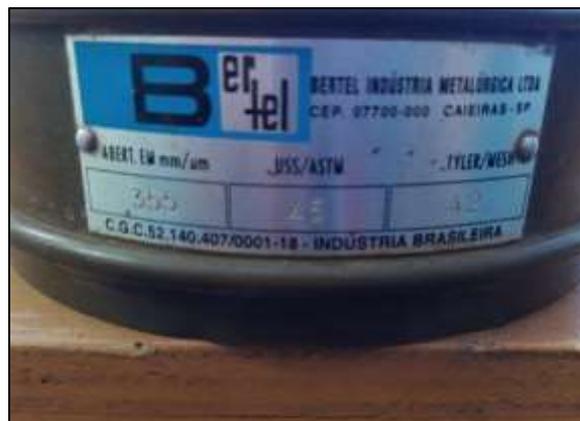
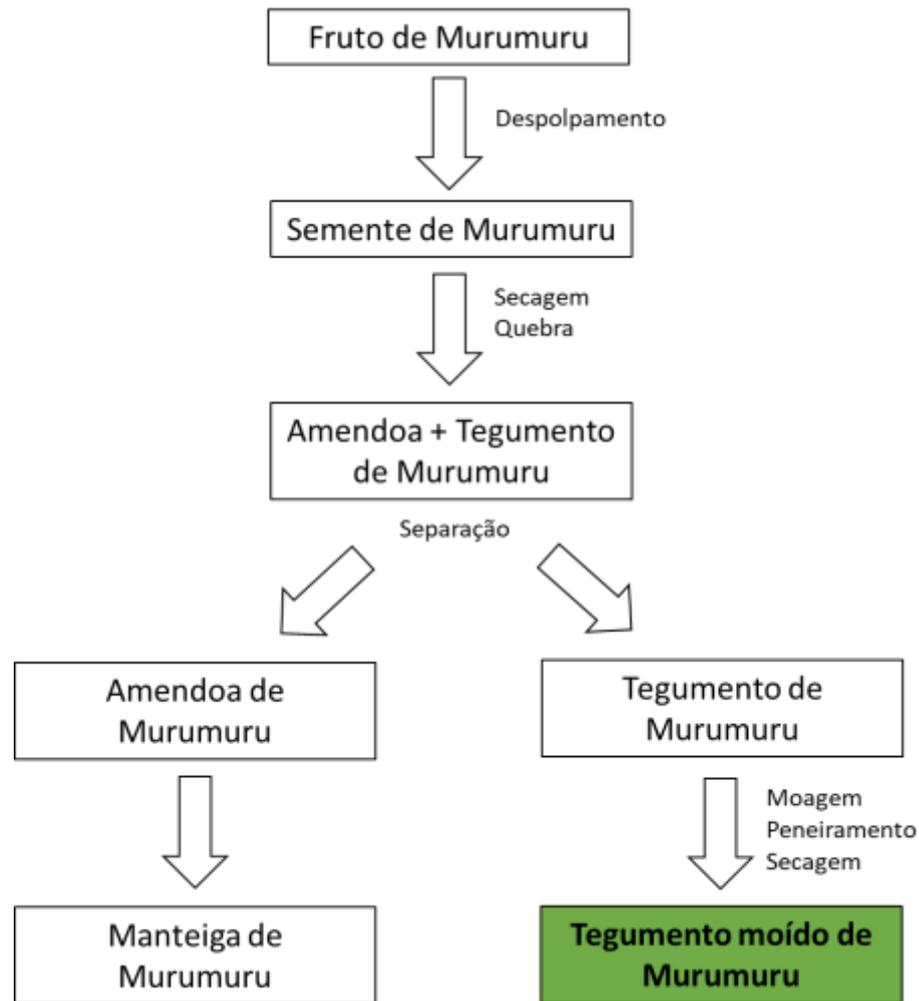


Figura 14 – Peneira 42 mesh

2.1.1 - Fluxo de obtenção do tegumento moído de murumuru



2.2 - Teor de lignina e celulose

Realizou-se as análises de teores de lignina e celulose com a finalidade de buscar referências bibliográficas comparativas para realizar o processo de fabricação de acordo com as proporções já estabelecidas em literatura.

2.3 – Caracterização dos Voláteis do tegumento do murumuru

2.3.1 -Método do Radical DPPH

O método do Radical DPPH consiste num método colorimétrico que determina a capacidade de capturar o radical livre DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazil) por substâncias antioxidantes. O DPPH é um radical estável frequentemente utilizado para avaliar a capacidade antioxidante de produtos naturais e alimentos. O método é simples, rápido, preciso e utilizado para investigar a determinação das propriedades antioxidantes de amins, fenóis ou compostos naturais (vitaminas, extratos vegetais, medicamentos) (VEDANA, 2008). O radical DPPH é um composto orgânico estável e bastante reativo, apresentando absorção (λ) máx. em 517nm. Durante a captura do radical DPPH ocorre uma reação de oxirredução, onde o DPPH que apresenta em solução, coloração púrpura, é reduzido, no qual o elétron desemparelhado se emparelha com um elétron cedido por um antioxidante, mudando a coloração da solução para amarelo, ocorrendo a forma DPPH-H. Tal reação é monitorada por espectrofotômetro e medida pelo decréscimo na absorbância e plotada contra a concentração (BRAND-WILLIAMS et al., 1995).

2.3.1.2 - Técnica do DPPH

A partir dos resultados obtidos determinou-se a porcentagem de atividade antioxidante ou sequestradora de radicais livres. Todas as amostras etanólicas e frações foram preparadas na concentração de 1mg/ml. Um controle negativo foi feito pela adição de etanol e DPPH e o controle positivo foi feito pela adição de solução de um padrão (rutina) e DPPH. Adicionou-se a cada concentração de extrato etanólico uma solução de DPPH 300 μ M, exceto nos brancos, onde foi adicionado o solvente. Após a adição do DPPH, esperou-se 40 minutos e procedeu-se a leitura no espectrofotômetro a 515nm (NASCIMENTO et al., 2011). A capacidade de eliminar o radical DPPH (% de atividade antioxidante) foi calculada utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{Eliminação [DPPH] (\%)} = \frac{(\text{Abs. amostra} - \text{Abs. controle}) \times 100}{\text{Abs. controle}}$$

- Onde: Abs.: Absorbância

Para a obtenção da curva de calibração preparou-se uma solução etanólica de DPPH a 300 μMol (120 $\mu\text{g/ml}$) (NASCIMENTO et al., 2011).

2.3.2 - Análise qualitativa para determinação de classes de compostos realizada a partir do HPTLC/CCDAE (High-Performance Thin Layer Chromatography /Cromatografia em Camada Delgada de Alta Eficiência (CCDAE).

A técnica de Cromatografia baseia-se no processo de distribuição de moléculas de uma amostra, entre um suporte adequado (fase estacionária), e um solvente ou misturas de solventes (fase móvel ou eluente). Esta técnica dispõe de diversas aplicabilidades, como análises de suplementos dietéticos, alimentos e bebidas, amostras clínicas, poluentes ambientais, além de análises de medicamentos sintéticos e à base de plantas (SHERMA, 2008).

A Cromatografia em Camada Delgada de Alta Eficiência (CCDAE) é uma técnica recentemente desenvolvida. Possui instrumental avançado, é uma técnica automatizada e de alto desempenho, podendo ser utilizada para análises qualitativas (separação de compostos) e quantitativas (funcionando de modo otimizado), necessitando de metodologias padronizadas para desenvolvimento, otimização, documentação e uso de métodos (HUSAIN, 2004).

Essa técnica é bastante promissora, pela diversidade de vantagens, como sensibilidade do método e análise da separação de compostos, por ser um processo de separação fácil, podendo combinar, e conseqüentemente usar, diferentes modos de avaliação, permitindo a identificação de compostos através da diferença de coloração e características de absorção de luz diferenciadas, através de agentes cromogênicos e da luz UV. Após separação dos compostos, as placas podem ser armazenadas por um longo período de tempo para posteriores análises. As amostras podem ser, adicionalmente, analisadas na mesma placa, tornando-se uma análise rápida e de baixo custo (KALASZ et al., 2001).

2.3.3 - Técnica para Análise qualitativa para determinação de classes de compostos realizada a partir do HPTLC/CCDAE (High-Performance Thin Layer Chromatography/Cromatografia em Camada Delgada de Alta Eficiência (CCDAE)

Os módulos de HPTLC da CAMAG (Muttenez, Suíça) composto por um Automatic TLC Sampler 4, Automatic development chamber ADC2 e um TLC Visualizer manipulados pelo software WINCATS (versão 1.4.4.6337) foram usados para a análise das frações. A fase estacionária foi uma placa 60F254 (20 cm x 10 cm) Merck (Darmstadt, Alemanha) composta por sílica gel pré-ativada com suporte de vidro. As amostras foram aplicadas na placa em bandas de 9,5 mm de comprimento com distância de 8 mm do fundo da placa e a primeira aplicação a 20 mm do lado esquerdo, mantendo uma distância de 12 mm entre cada fração. Foram realizadas pesquisas para a detecção de compostos fenólicos, e cumarina. Na **tabela abaixo** encontram-se as fases móveis e os reveladores para cada um dos compostos pesquisados.

Tabela 01: Fase Móvel e reveladores usados no HPTLC

Compostos Pesquisados	Fase móvel	Revelador utilizado
Compostos fenólicos	Acetato de Etila – ácido acético-ácido fórmico-água (110:11:11:26).	NEU
Cumarina	Tolueno-éter (1:1). Saturado com ácido acético a 10%.	KOH

2.3.4 - Doseamento de Equivalente Ácido Gálico e Equivalente Quercetina

Os testes de doseamento dos extratos brutos foram feitos a partir da técnica de espectroscopia de UV-Vis em espectrofotômetro Shimadzu UV-vis 1800

2.3.5 - Equivalente Ácido Gálico (mg de GA/g de extrato)

A quantificação de compostos fenólicos (totais) em extratos foi determinada utilizando-se o método espectrofotométrico (SINGLETON et al. 1999). A solução do extrato na concentração de 1 mg/mL foi utilizada na análise. A mistura de reação foi preparada misturando-se 0,5 mL de solução metanólica de extrato com 2,5 mL de reagente de Folin-Ciocalteu (10%) e 2,5 mL de NaHCO₃ a 7,5%. O branco foi preparado concomitantemente, a partir de 0,5 mL de metanol, 2,5 mL de reagente de

10% de Folin-Ciocalteu e 2,5 mL de 7,5% de NaHCO_3 . As amostras foram em seguida incubadas num banho termostatizado a 45°C durante 45 min. A absorbância foi determinada usando o espectrofotômetro de UV-Vis com a leitura do comprimento de onda a 765nm (λ). As amostras (1000 $\mu\text{g/ml}$) foram preparadas em triplicata para cada análise e o valor médio de foi obtido. O mesmo procedimento foi repetido para a solução padrão de ácido gálico e a curva de calibração foi determinada. Com base nas absorbâncias medidas, a concentração de compostos fenólicos foi calculada (mg/ml). Em seguida, o conteúdo de compostos fenólicos presentes em extratos foi expresso em termos de equivalentes de ácido gálico (mg de GA/g de extrato) (STANKOVIC, 2011).

2.3.6- Equivalente Quercetina (mg de QUE/g de extrato)

Para a determinação (doseamento) de flavonoides, foi utilizada a metodologia proposta por Woisky e Salatino (1998) adaptada. O experimento consistiu em adicionar 1ml do extrato hidro alcoólico em tubos de ensaio (1 mg/ml), adicionando-se aos tubos 1ml de cloreto de alumínio (AlCl_3 , 5%) (hexahidratado) diluído em metanol P.A. e acrescido de 2 ml de metanol. Para o experimento, foi preparado como controle negativo, 3ml de metanol e 1 ml da mesma solução de cloreto de alumínio a 5%. A amostra permaneceu por 30 minutos em local protegido da luz e então procedeu-se a leitura em espectrofotômetro UV-Vis a 425nm. Foi utilizada, como padrão de flavonoides, a quercetina. A curva de calibração da quercetina foi estabelecida a partir das concentrações: 1000, 750, 500 e 250 g/mL. O cálculo do teor de flavonoides do extrato foi expresso em termos de equivalente de quercetina (mg de QUE/g de extrato).

2.4 - Processo de moagem da poliolefina

Os resíduos de plásticos gerados na Beraca foram lavados com álcool (para eliminar resíduos de óleos) em seguida com sabão e água e descontaminados com solução de hipoclorito de sódio 10%, após foram cortados e moídos utilizando moinho de martelo e facas e peneira de 1mm, formando grânulos em seguida lavados novamente e secos ao sol.

2.5 - Processo de Tamboreamento

A proporção de mistura de cada parte foi determinada utilizando como referência espécies madeireiras da referência bibliográfica (Effah. 2018 e Vantsi 2015), como pinho e eucalipto. O conteúdo orgânico varia entre 30, 40 e 50% em peso.

Com base nestes estudos foi utilizado a proporção 70/30 poliolefina e tegumento com 2% de anidrido maleico sobre o peso total da mistura, este último também como referência ao estudo citado.

A mistura do biocompósito de acordo com as proporções citadas acima totalizou 451g, sendo 315,7g de poliolefina, 135,3g de tegumento de murumuru e adicionado a este total mais 9,02g de maleato. Os compósitos foram adicionados em um recipiente de alumínio tampado e colocado para o processo no equipamento de tamboreamento confeccionado na própria UFPa (figura 15), onde ocorreu a mistura sob rotação e aquecimento de 180°C a 200°C durante 2 horas.



Figura 15 – Equipamento para tamboreamento dos compostos

2.6 - Extrusão do biocompósito

Os grânulos de biocompósitos misturados após o tamboreamento foram levados para extrusora (figura 16) onde foram fundidos. A extrusora operou em variadas faixas de temperatura especificadas de acordo com o tipo de plástico utilizado, neste trabalho utilizou-se polipropileno e as temperaturas foi de 180°C nos três estágios do corpo da extrusora.



Figura 16 – Extrusora

2.7 - Moagem do biocompósito extrusado

Após a extrusão o material foi moído utilizando um MOINHO DE FACAS (FABRICANTE RONE, MODELO NFA 1533), figura 17. Após o processo os grânulos apresentaram tamanho médio de 1,5mm.



Figura 17 – Moinho de Facas (Marca RONE, Modelo NFA 1533)

2.8- Moldagem da Placa de biocompósito

O processo de moldagem ocorreu na Prensa Hidráulica 30Toneladas - RIBEIRO-RP0004 (figura 18) e para o molde utilizou-se uma placa em inox (figura 19) com as medidas de 7cm de largura por 9cm de altura



Figura 18 Prensa Hidráulica 30Toneladas - RIBEIRO-RP0004

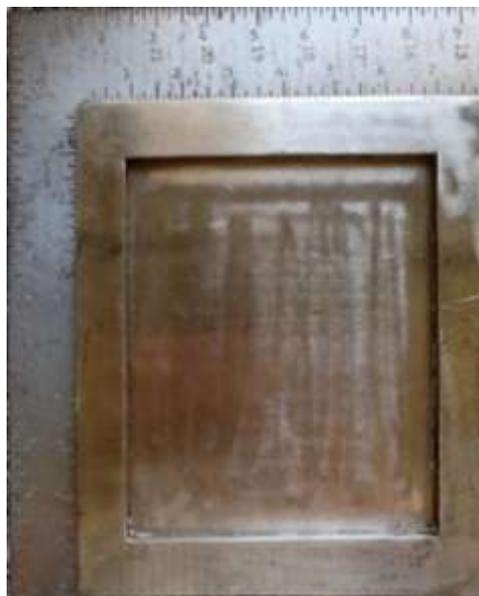


Figura 19 – Molde para placa (7cm x 9cm)

Antes da moldagem untou-se a placa com óleo mineral para evitar que o biocompósito aderisse ao molde. As placas de pressão foram aquecidas em 220°C e 180°C. Após preencher o espaço do molde da placa com 200g de biocompósito moído e realizou a moldagem sob pressão constante de 10ton (figura 20) durante 20 minutos, girou a placa de biocompósito na horizontal e repetiu o processo utilizando a mesma pressão e tempo.



Figura 20 – Pressão de 10ton para moldagem das placas

2.9 - Ensaio de microscopia

Amostras das placas N°1 e N°2 foram visualizadas em perfil utilizando microscópio Zeiss Stemi 508

2.10 - Ensaio de flexão

O ensaio de flexão consiste na aplicação de uma carga crescente em determinados pontos de uma barra de geometria padronizada, a qual pode estar na condição bi apoiada ou engastada em uma das extremidades. Mede-se o valor da carga versus a deformação máxima. Em materiais dúcteis, quando sujeitos a esse tipo de carga, por serem capazes de absorver grandes deformações, não fornecem resultados quantitativos qualificados para o ensaio de flexão. Portanto, o ensaio deve

ser aplicado para materiais de maior rigidez. As principais propriedades obtidas do ensaio de flexão são: tensão de ruptura em flexão (σ_f), módulo de elasticidade em flexão (E_f).

O ensaio de três pontos, em que a barra a ser testada é apoiada nas extremidades e a carga é aplicada no centro do comprimento do corpo de prova, este ensaio será comentado a seguir por se tratar do tipo de ensaio utilizado neste trabalho para a obtenção das propriedades mecânicas de flexão dos compósitos.

O ensaio de flexão foi realizado em concordância a norma ASTM D790-03. Na realização do ensaio adotou-se o procedimento em função de ser apropriado para a medição das propriedades de flexão pelo método de três pontos. De acordo com o item 7.4 da citada norma, o corpo de prova deve ter dimensões 127 x 12,7 x 3,2 mm para materiais termoplásticos moldados. Os resultados obtidos da resistência à flexão foram registrados em planilha e também foi gerada uma curva de carga/extensão dos corpos de prova. Utilizou-se a máquina de ensaio universal EMIC DL 2000 em temperatura ambiente, equipada com célula de carga de 150 kN com velocidade de deslocamento na ordem de 2,89 mm x min⁻¹ para a Placa N° 1 e deslocamento na ordem de 3,183 mm x min⁻¹ para a Placa N° 2.

A velocidade do ensaio. A distância entre apoios é determinada pela Equação apresentada a seguir:

$$L = 16 \times d$$

Onde:

d – Espessura do corpo de prova, [mm]

L – Distância entre os suportes, [mm]

A taxa de deformação é determinada pela Equação

$$R = ZL^2 / 6d$$

Onde:

Z – Taxa de estiramento, deve ser igual a 0,01

d – Espessura do corpo de prova, [mm]

L – Distância entre os suportes, [mm]

R – Velocidade de ensaio, [mm/min]

Deste modo, para cada corpo de prova o cálculo da distância entre os suportes e da taxa de deformação foi realizado.

Para este teste, foram ensaiadas três amostras da Placa N°1 e nove amostras da Placa N°2. conforme figuras 21 e 22.



Figura 21 – Ensaio de flexão (Inicio)



Figura 22 – Ensaio de flexão (Final)

3. RESULTADOS E DISCURSSOES

3.1 - Processamento do Tegumento de Murumuru

Após a secagem das sementes a umidade final deve ser entre 5 e 8%, assim o tegumento descola das amêndoas (figura 23), em seguida as sementes são quebradas para retirada da amêndoa, com a separação física obtemos a casca (tegumento), figura 24. As amêndoas seguem para prensagem para obtenção da manteiga de murumuru. O tegumento foi utilizado para produção da chapa plástica



Figura 23 – Semente de murumuru



Figura 24 – Tegumento de murumuru

O tegumento seco, moído e peneirado em peneira de 42mesh (figuras 25 e 26) .



Figura 25 – Peneiramento do tegumento de murumuru



Figura 26 – Tegumento moído de murumuru (42 mesh)

Determinou-se a umidade do pó conforme a norma ABNT NBR 14929. Para isso, a amostra foi aquecida em uma estufa (marca QUIMIS, modelo Q314M) a 110 ± 3 °C por 5 h. até o peso do material estabilizar. O resultado foi de 2,45%.

3.2 - Teor de lignina e celulose

O teor de lignina e celulose do endocarpo do murumuru foi de 28,59% e celulose 35,68% respectivamente, ensaios realizados pelo SENAI ISI BIOMASSA no resíduo da prensagem da amêndoa de murumuru, de acordo com a figura 27.

Names and synonyms	
Scientific names	<i>Astrocaryum murumuru</i> , <i>Astrocaryum ulei</i>
Common names	Murumuru, chanta, chantarzo, schibe, chechana, tanoac, baingo, unan, bresari
Residues average composition	
Main residues	Cake ^{117,118}
Humidity (%)	7,74
Volatile matter (%)	77,22
Total ash (%)	2,41
Fixed carbon (%)	20,37
Protein (%)	9,92
Hemicellulose (%)	19,64
Lignin (%)	28,59
Cellulose (%)	35,68
Others (%)	6,17

Figura 27 – Análises da torta de amêndoa de murumuru (SENAI ISI-BIOMASSA)

Os valores encontrados estão dentro da média de lignina e celulose de outras biomassas encontradas na literatura, conforme figura 28.

Especies	Celulose (%)	Lignina (%)	Referencia
Pinho	40	27,7	EFFAH, 2018
Eucalipto	45	31,3	EFFAH, 2018
Acacia negra	35,67	13,67	EFFAH, 2018
Acacia amarela	34,67	19,67	EFFAH, 2018
Ficus	38,67	11,5	EFFAH, 2018
Casuarina	38,11	25,6	EFFAH, 2018
Fibra de batata	42,6	44,13	PATIL, 2019
Fibra de cebola	41,54	43,11	PATIL, 2019
Fibra de cenoura	42,68	44,81	PATIL, 2019
Endocarpo tucumã	48,5		MANZATO, 2017
Residuo amêndoa de murumuru	35,68	28,59	SENAI ISI BIOMASSA

Figura 28 – Comparativo do teor de lignina e celulose em diferentes compostos

A média dos teores de celulose e lignina dos materiais referenciados são de 40,74% e 29,05%, respectivamente. Assim o tegumento de murumuru apresenta-se com grande possibilidade para o projeto.

3.3 – Caracterização dos Voláteis do Tegumento de Murumuru

3.3.1 - Técnica para Análise qualitativa para determinação de classes de compostos realizada a partir do HPTLC/CCDAE (High-Performance Thin Layer Chromatography/Cromatografia em Camada Delgada de Alta Eficiência (CCDAE))

Na técnica de HPTLC as bandas do padrão (referência) foram colocadas sempre ao final da placa e quando comparadas com a amostra é necessário haver um comportamento semelhança em coloração e altura nas bandas das amostras equivalentes ao que ocorre no padrão.

3.3.2 - Cumarina

Os resultados referentes à Cromatografia em Camada Delgada de Alta eficiência foram realizados com o extrato bruto para a detecção de cumarina. Após revelação as bandas que apresentarem fluorescência azul intensa ou verde azulada sugerem a presença de cumarina simples, enquanto que fluorescências amareladas ou marrons sugerem a presença de furano e piranocumarinas (WAGNER & BLADT, 1996). O padrão utilizado no ensaio foi uma cumarina sintética.

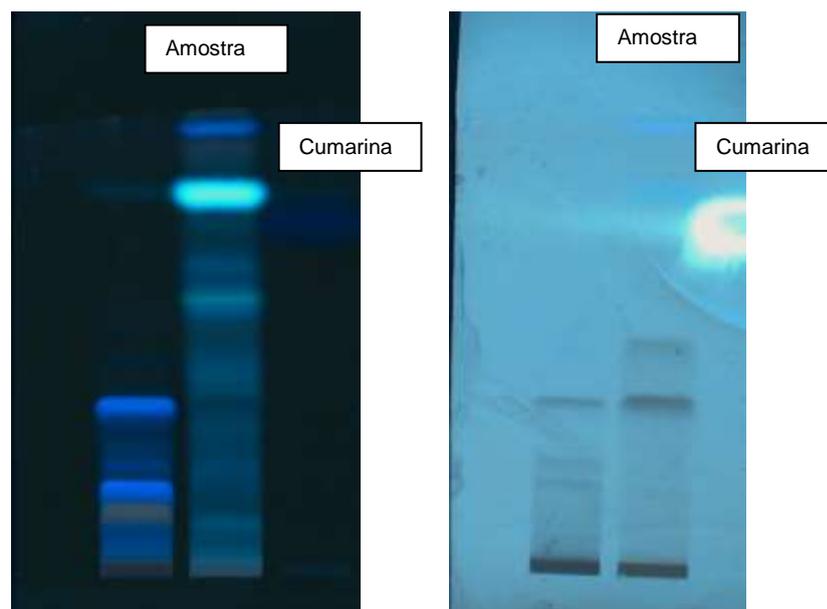


Figura 29 : Placas visualizadas em Luz Ultravioleta (366nm) – A esquerda (Placa cromatográfica antes do revelador); A direita (Placa cromatográfica depois do revelador).

Diante dos resultados obtidos da amostra analisada foi possível observar a partir da técnica de HPTLC alguns compostos que apresentasse RF e fluorescência da cumarina sintética no extrato, RFs (0,83; 0,97). Cumarina RF, (0,75).

3.3.3 - Compostos Fenólicos

Os resultados referentes à Cromatografia em Camada Delgada de Alta eficiência foram realizados com os extratos brutos para a detecção de Compostos fenólicos. Após revelação, às bandas que apresentarem fluorescência amarela e azulada (WAGNER & BLADT, 1996). O padrão utilizado no ensaio foram os compostos: Quercetina, Ácido Gálico e Ácido Tânico. Resultado na figura 30.

2

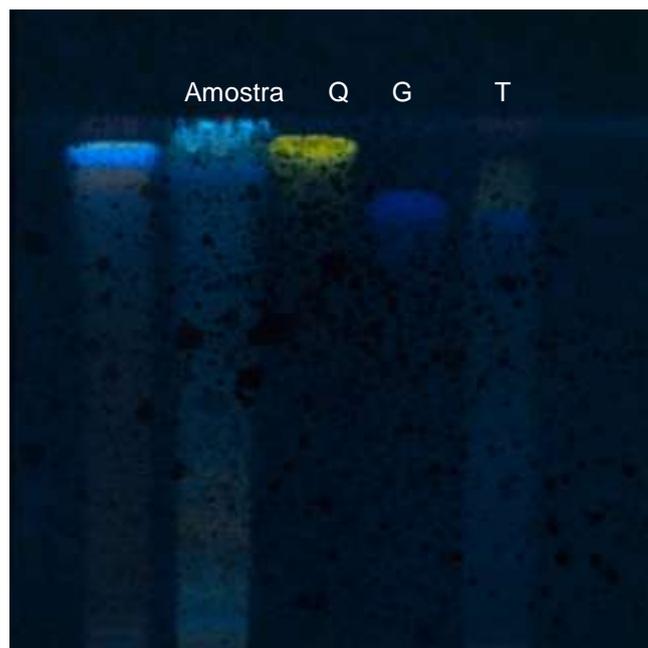


Figura 30: Placas visualizadas em Luz Ultravioleta (366nm).
Legenda: Q (Quercetina); AG (Ácido Gálico); T (Ácido Tânico);
(obs: Placa cromatográfica depois do revelador).

3.3.4 - Método do Radical DPPH

Determinação da porcentagem da atividade antioxidante frente ao radical DPPH.

Atividade Antioxidante (DPPH (%))	
Concentração ug/ml	Extrato Hidroalcoólico
1000	86,46 ± 0,32

3.3.5 - Doseamento de Equivalente Ácido Gálico

Equivalente Ácido Gálico (mg de GA/g de extrato)	
Concentração ug/ml	Extrato Hidroalcoólico
1000	0,66± 0,01

Obs: O resultado da determinação do doseamento de Fenóis mg de AG/g de Extrato.

Eq: Equivalente ao ácido Gálico. Os valores do doseamento de Fenóis são expressos com a média ± desvio padrão.

3.3.6 - Doseamento de Equivalente Quercetina

Equivalente Quercetina (mg de QUE/g de extrato)	
Concentração ug/ml	Extrato Hidroalcoólico
1000	0,15± 0,00

Obs: O resultado da determinação do doseamento de Flavonoides mg de Quer/g de Extrato. Eq: Equivalente ao quercetina. Os valores do doseamento de Fenóis são expressos com a média ± desvio padrão.

Diante dos resultados obtidos foi possível observar que a amostra apresenta traços que sugerem a presença de compostos fenólicos de HPTLC de RFs apresentados: (0,88) Quercetina: (0,94); Ácido Gálico (0,83); Ácido Tânico (0,79).

Como apresentado nos resultados acima, o murumuru é uma amêndoa com diversos compostos aromáticos, foi realizado análise de teor de voláteis do material em balança de halogênio (Marca: OHAUS), foi utilizado 2,830g de amostra, obtendo-se o teor de 8,64%. Como o resultado de umidade verificado anteriormente foi distante deste, é necessário identificar quais classes de voláteis estão presentes na amostra, pois esses compostos podem interferir durante o processo de produção do biocomposito.

O material moído foi para estufa a 80°C por 4:30hrs e em seguida realizou-se a segunda verificação do teor de voláteis, obtendo o resultado de 2,54%, figuras 31 e 32.



Figura 31 – Resultado inicial do teor de volateis



Figura 32 – Resultado final do teor de volateis

3.4 - Processo de moagem da poliolefina

Após o processo de corte e moagem, a poliolefina apresentou granulometria média de 1mm, conforme figuras 33 e 34.



Figura 33 – Poliolefinas cortadas



Figura 34 – Poliolefinas moídas (1mm)

3.5 - Processo de tamboreamento

A reação de acoplamento de um compatibilizador típico, neste caso o anidrido maleico enxertado em polipropileno, ocorre conforme o mecanismo da figura 34 (Effah, 2018).

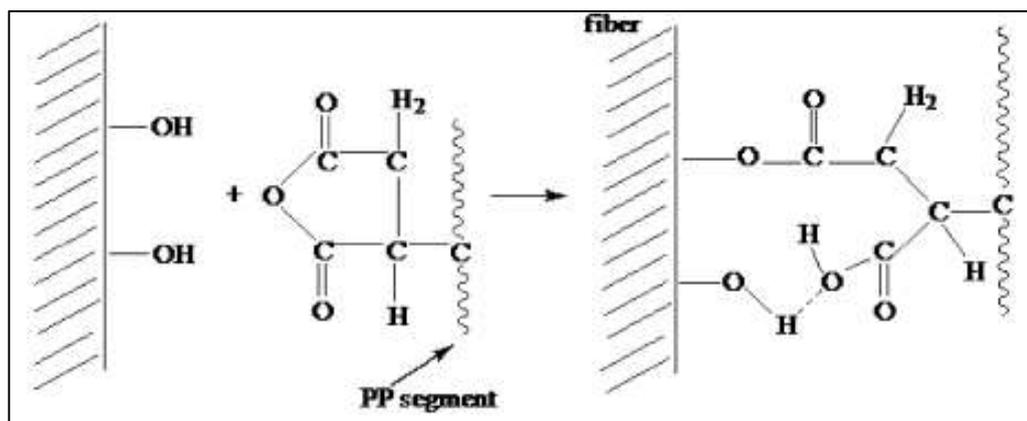


Figura 35 – Mecanismos de reação de MAPP com um grupo hidroxilano superfície da farinha de chapa

O compósito resultante apresentou-se homogêneo, tendo tamanhos médios entre 1mm a 2mm, com odor leve e não apresentou partículas isoladas do endocarpo e da poliolefina, figura 35.



Figura 36 – Biocomposito tegumento e poliolefina 30%/70%

3.6 -Processo de extrusão do biocomposito

O processo consistiu na transformação, sob condições específicas, em um material com forma e seção transversal pré-definidas, através do forçamento do material em questão por orifícios e sai da extrusora em formato de fios cilíndricos, em seguida passa por um sistema de refrigeração (água), finalizando o processo, figura 37 e 38.

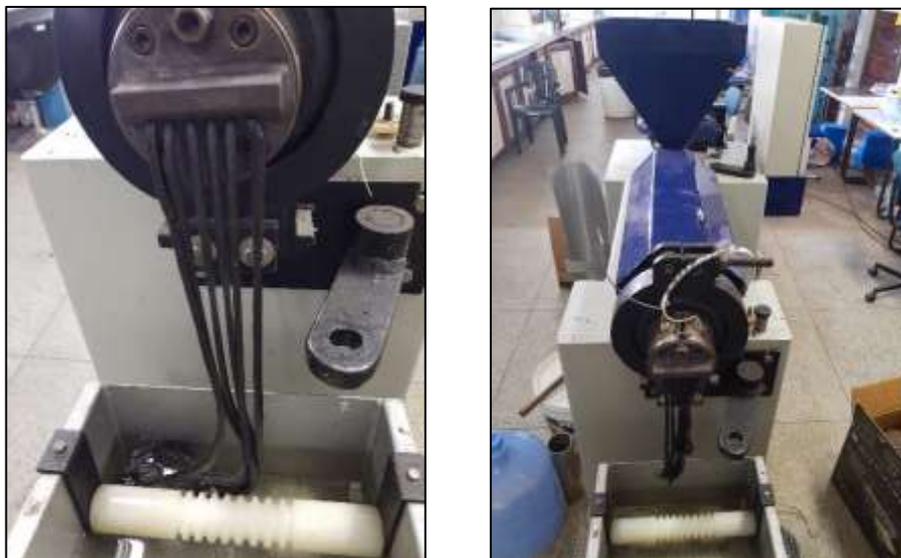


Figura 37 – Processo de extrusão do biocomposito



Figura 38 – Biocomposito extrusado

3.7 - Processo de moagem do biocompósito extrusado

Após a moagem o biocomposito apresentou granulometria média de 1 a 3 mm, conforme a figura 39.



Figura 39 – Biocomposito extrusado e moído

3.8 - Moldagem das placas de biocomposito

As placas resultantes (figuras 40 e 41) obtiveram a espessura de 0,6cm, além das medidas do molde já descritas anteriormente.

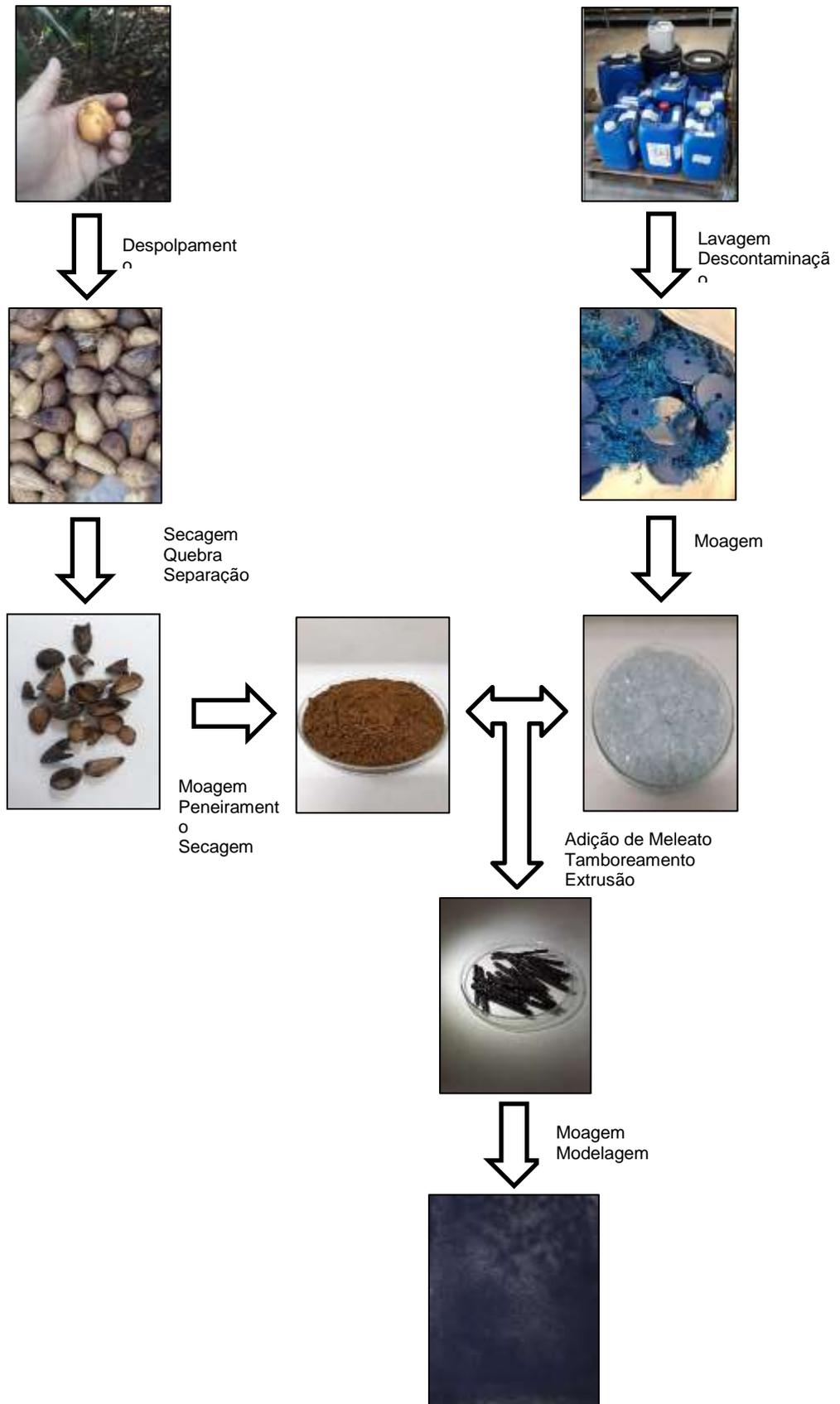


Figura 40 – Placa N° 1 Temperatura 220°C



Figura 41 – Placa N° 2 Temperatura 180°C

3.9 - Fluxo de produção da placa de biocomposito de murumuru



3.10 - Análise microscópica

3.10.1 - Placa N° 1 (220°C)

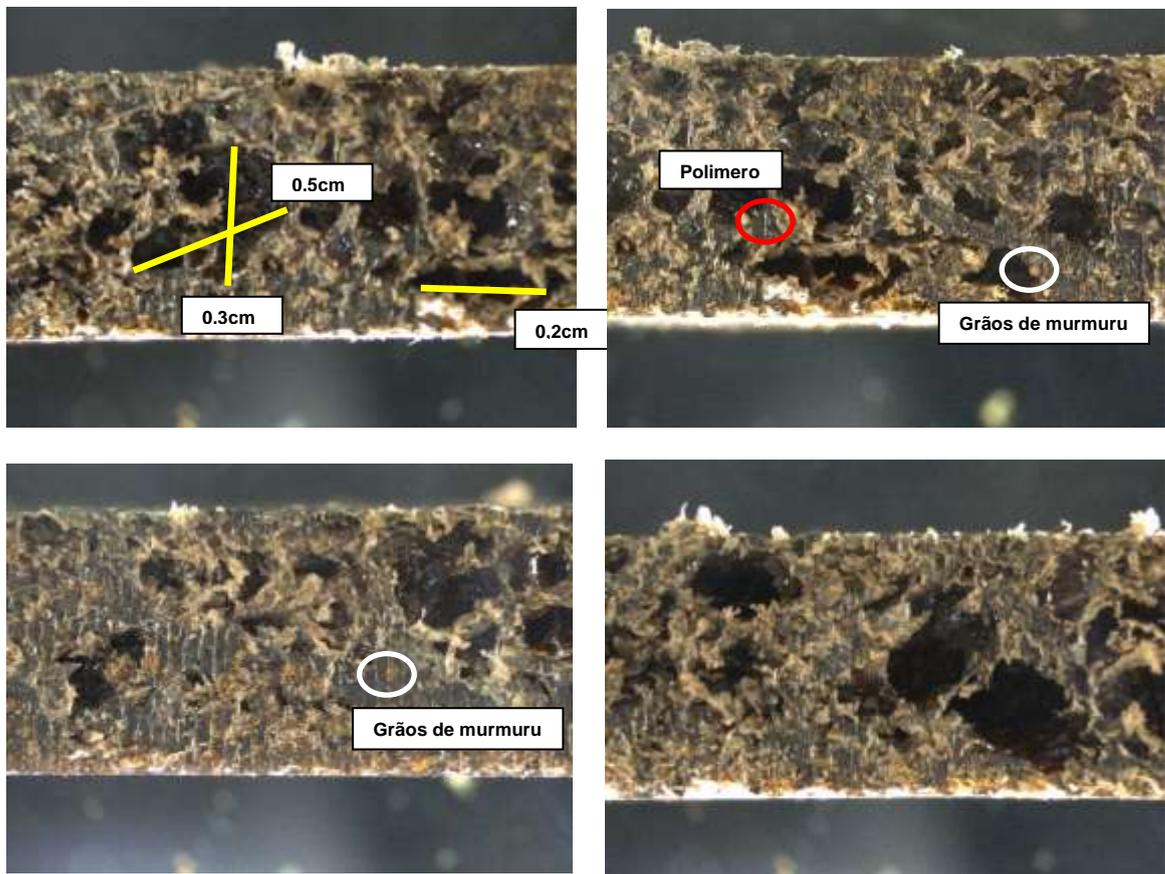


Figura 42 – Visão do perfil da Placa N° 1 - Temperatura 220°C

Nota-se nas imagens da figura 42 do microscópio a presença de bolsas de ar espalhadas de maneira aleatória por todo o corpo da placa; ou seja, verifica-se que os grãos do pó de endocarpo de murumuru apresentam formas irregulares arredondadas e prismáticas, gerando uma interface bem definida entre os grãos e a matriz polimérica de PP.

Algumas regiões apresentam vazios, de forma mais evidente a separação entre os materiais do compósito. Os vazios existentes nas amostras serradas manualmente, devem-se fundamentalmente ao descolamento devido a expansão do polímero e a umidade ainda presente nas partículas de pó nestas regiões, causada pela temperatura de 220°C, em torno de 60°C acima do ponto de fusão do polipropileno. Em geral, verifica-se uma mistura heterogênea, com duas fases

parcialmente definidas, não configurando uma interação forte entre as partes. Esta configuração morfológica justifica a queda da resistência à tração.

3.10.2 - Placa N° 2 (180°C)

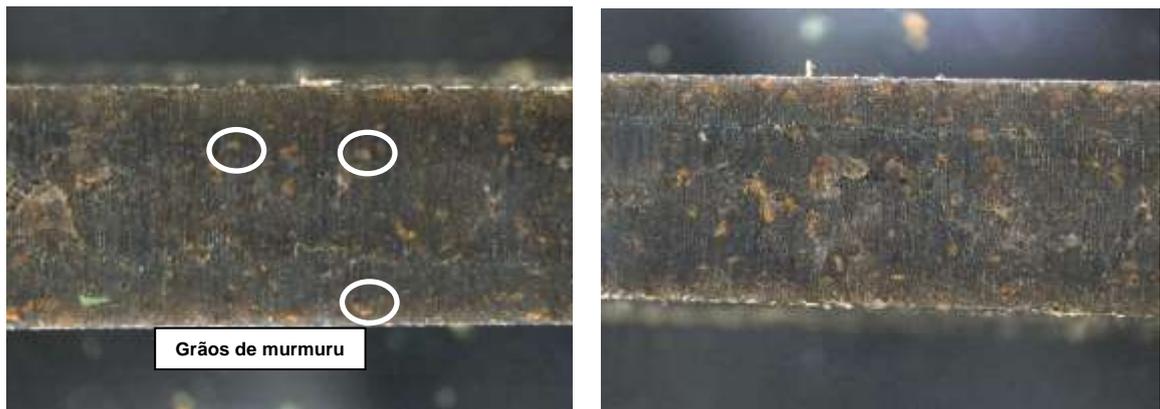


Figura 43 – Visão do perfil da Placa N° 2 - Temperatura 180°C

Nas imagens da figura 43 não são visíveis vazios, indicando relativamente boa compatibilidade.

A Figura mostra um chip de material orgânico bem aderido e sendo os pontos brancos indicadores das zonas heterogêneas, os granulos de murumuru.

Após 4h do teste de flexão os corpos de prova utilizados retornaram parcialmente a forma inicial. Apresentando assim característica mecânica de resiliência, figura 44.



Figura 44 – Corpos de prova da Placa N° 1, 4hrs após o teste de flexão



Figura 45 – Corpos de prova da Placa N° 2.

No aspecto de resistência a flexão os resultados foram satisfatórios quando comparados a testes realizados em outras referências bibliográficas utilizando resíduos madeireiros e não madeireiros, como mostra a tabela.

Especies	Strength (Mpa)	Elast. Mod (Mpa)	Referencia
Abeto Falso (1 aplic. de silano)	14,4	250	VANTSI, 2015
Abeto Falso (2 aplic. de silano)	13,01	220	VANTSI, 2015
Abeto Falso (3 aplic. de silano)	13,19	170	VANTSI, 2015
Serragem	19,37	3020	KESKISAARI, 2018
Hibiscus cannabinus L.	12,7	599	TALFIQ, 2018
Fibra de batata	28,85		PATIL, 2019
Fibra de cebola	18,85		PATIL, 2019
Fibra de cenoura	17,44		PATIL, 2019
Placa N°1	13,33	213,3	Este trabalho
Placa N°2	34,6	721,6	Este Trabalho

CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho foi alcançado, o biocompósito à base de polipropileno e resíduo de murumuru foi produzido com sucesso com teor de tegumento de 30% em peso. Os resultados dos testes mecânicos foram satisfatórios, e são competitivos com outros produtos de diferentes materiais primas vegetais madeireiros e não-madeireiros.

Os resultados de força e resiliência das placas produzidas tornam este produto com grande potencial para confecção de vários tipos de filmes, embalagens primarias e secundarias, revestimentos e pisos, por exemplo.

A disponibilidade das matérias primas que está aumentando a partir da maior produção de manteiga de murumuru poderá alavancar esta produção e contribuir para a economia circular deste processo.

REFERÊNCIAS

1. ABDULHAMEED, O.; AL-AHMARI, A.; AMEEN, W.; MIAN, H. Additive manufacturing: Challenges, trends, and applications. *Advances in Mechanical Engineering*, v. 11, p. 1–27, 2019.
2. ADESINA, O. T.; JAMIRU, T.; SADIKU, E. R.; OGUNBIYI, O. F.; BENEKE, L. W. Mechanical evaluation of hybrid natural fibre–reinforced polymeric composites for automotive bumper beam: a review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 103, p. 1781–1797, 2019.
3. AGOSTINI-COSTA, T. SILVEIRA. Bioactive compounds and health benefits of some palm species traditionally used in Africa and the Americas – A review. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 224, p. 202–229, 2018.
4. ALVEZ-VALLES, C. M.; BALSLEV, H.; ALHO, F. A.; GARCIA-VILLACORTA, O.; GRANDEZ, C.; NETO, L. M. Endemism and conservation of Amazon palms. *Biodivers Conserv*, v. 27, p. 765-784, 2018.
5. AMBROSIO, J. D.; SÔNEGO, M.; STAFFA, L. H.; CHINELATTO, M. A.; COSTA, L. C. Characterization of flexible Poly vinyl butyral)/wood flour composites. *Composites Part B* 175, 2019.
6. BARLETTA, M.; PUOPOLO, M. Thermo-Mechanical Properties of Injection Molded Components Manufactured by Engineered Biodegradable Blends. *Journal of Polymers and the Environment*, v. 27, p. 2105–2118, 2019.
7. BELONTZ, S. L.; CORCORAN, P. L.; DAVIS, H.; HILL, K. A.; JAZVAC, K.; ROBERTSON, K.; WOOD, K. Embracing an interdisciplinary approach to plastics pollution awareness and action. *Ambio*, v. 48, p. 855–866, 2019.

8. BEZERRA, Valeria Saldanha; Considerações Sobre a Palmeira Murumuruzeiro (*Astrocaryum murumuru* Mart.); Comunicado Técnico 130, EMBRAPA, ISSN 1517-4077 Macapá, AP, Dezembro, 2012
9. BRAGA, G. L.; BONATO, P. S.; COLLINS, C. H.; Fundamentos de Cromatografia. p. 205 e 273; Campinas: Editora da Unicamp, 2006
10. BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C.; Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-WissenschaftTechnologie*, London, v. 28, p. 25-30, 1995.
11. BÜTÜN, F. Y.; SAUERBIER, P.; MILITZ, H.; MAI C. The effect of fibreboard (MDF) disintegration technique on wood Polymer composites (WPC) produced with recovered wood particles. *Composites Part A*, v. 118, p. 312–316, 2019.
12. CHANG, F. C.; LAM, F. Effects of temperature-induced strain on creep behavior of wood–plastic composites. *Wood Science and Technology*, v. 52, p. 1213–1227, 2018.
13. CORRÊA, M. M.; DE ARAÚJO, M. G. P.; DE MENDONÇA, M. S. Morphological and anatomical characteristics and temporal pattern of initial growth in *Astrocaryum acaule* Mart. *Flora*, v. 253, p. 87–97, 2019.
14. DUGMORE, T. I. J.; CLARK, J. H.; BUSTAMANTE, J.; HOUGHTON, J. A.; MATHARU, A. S. Valorisation of Biowastes for the Production of Green. Materials Using Chemical Methods. *Top Curr Chem*, p. 375:46, 2017.
15. EFFAH, B.; VAN REENEN, A.; MEINCKEN, M. Mechanical properties of wood-plastic composites made from various wood species with different compatibilisers. *Eur. J. Wood Prod.*, v. 76, p. 57-68, 2018.
16. F.; ZAMORA-ABREGO J. G.; ORTEGA-LEÓN A. M. The prickles of *Astrocaryum malybo* as a structural defense to avoid seed predation. *FoodWebs*, v.16, 2018.

17. FARAJA, R. H.; SHERWANIB, A. F. H.; DARAEIB, A. Mechanical, fracture and durability properties of self-compacting high strength concrete containing recycled polypropylene plastic particles. *Journal of Building Engineering*, v.25, p. 1-12, 2019.
18. FERREIRA, I. C. F. R.; BAPTISTA, P.; VILLAS-BOAS, M. BARROS, L.; Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal: Individual cap and stipe activity. *Food Chemistry* (100),p. 1511–1516, 2007.
19. FENG J.; DONG P.; LI R.; LI C.; XIE X.; SHI Q. Effects of wood fiber properties on mold resistance of wood polypropylene composites. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v. 140, p. 152–159, 2019.
20. FIFIELD, F. W.; HAINES, P. J.; *Environmental Analytical Chemistry*. London; Blackie Academic & Professional, p. 424, 1995.
21. FLORES, J. A.; KONRAD, O.; FLORES, C. R.; SCHRODER, N. T. Inventory data on Brazilian Amazon's non-wood native biomass sources for bioenergy production. *Data in Brief*, v. 20, p. 1935–1941, 2018.
22. FONSECA, A. S.; RAABE, J.; DIAS, L. M.; BALIZA, A. E. R.; COSTA, T. G.; SILVA, L. E.; VASCONCELOS, R. P.; MARCONCINI, J. M.; SAVASTANO JR, H.; MENDES, L. M.; YU, A.; ORTS, W. J.; TONOLI, G. H. D. Main Characteristics of Underexploited Amazonian Palm Fibers for Using as Potential Reinforcing Materials. *Waste and Biomass Valorization*, 2018.
23. GRAYSON, M. A.; The mass spectrometer as a detector for gas chromatography. *Journal of Chromatographic Science*, v.24, n.12, p.529, 1986.
24. GRIN, J. *Conceivable Strategies for Sustainable Well-being*. Sustainability and Social Development, 2018.

25. HAQUE, MD MINHAZ-UL; GODA, K. G.; OGOE, S.; SUNAGA, Y. Fatigue analysis and fatigue reliability of polypropylene/wood flour composites. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*.
26. HAQUE, MD MINHAZ-UL; GODA, K.; ITO, H.; OGOE, S.; OKAMOT, M.; EMA, T.; KAGAWA, K.; NOGAMI, H. Melt-viscosity and mechanical behaviour of polypropylene (PP)/wood flour composites: Effect of pulverization of wood flour with and without water. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, v. 2, p. 42 e 50, 2019.
27. HATTI-KAUL, R.; NILSSON, L. J.; ZHANG, B.; REHNBERG, N.; LUNDMAR, S. Designing Biobased Recyclable Polymers for Plastics. *Trends in Biotechnology*, 2019.
28. HIGASHIKAWA, E. M.; BRASIL, M. M. O.; MAGNUSSON, W. E. A 30-year study of the effects of selective logging on a stem-less palm (*Astrocaryum sociale*) in a central-Amazon forest. *Forest Ecology and Management*, v. 432. p. 607–611, 2019.
29. HUSAIN, S. W.; GHOULIPOUR, V.; SEPAHRIAN, H.; Chromatographic behavior of antibiotics on thin layers of an inorganic ion-exchanger. *Acta Chromatographica*, p. 102-109, 2004.
30. HYVÄRINEN, M.; RONKANEN, M.; KÄRKI, T. The effect of the use of construction and demolition waste on the mechanical and moisture properties of a wood-plastic composite. *Composite Structures*, v. 210 p. 321–326, 2019.
31. JAYANTHI, P.; LALITHA, P.; Reducing power of the solvent extracts of *Eichhornia crassipes* (Mart.)Solms.(2011).*Int. J. Pharm Pharm Sci*, 3(3), p.126-128, 2011.
32. JELU-WERK. Natural fibres. Simple and effective. 2018. Acesso em 12/12/2019. Disponível em <https://www.jelu-werk.com/>

33. JELU-WERK. LUCO TOYS: Advances in toy bricks with JELUPLAST. 2018. Acesso em 12/12/2019. Disponível em <https://www.jelu-werk.com/luco-toys-bricks-from-jeluplast/>
34. JELU-WERK. WPC granulate from JELU. 2018. Acesso em 12/12/2019. Disponível em <https://www.jeluplast.com/en/wpc/products/jeluplast/premixed-compounds/>
35. KALÁSZ, H; BÁTHORI, M.; Pharmaceutical applications of TLC. LC GC EUROPE, v. 14, n. 5, p. 311-321, 2001.
36. KESKISAARI, A.; KÄRKI, T. Utilization of Industrial Wastes from Mining and Packaging Industries in Wood-Plastic Composites, J Polym Environ, v. 26, p. 1504–1510, 2018.
37. KESKISAARI, A.; KÄRKI, T. The use of waste materials in wood-plastic composites and their impact on the profitability of the product. Resources, Conservation & Recycling, v. 134, p. 257–261, 2018.
38. KOČÍ, V. Comparisons of environmental impacts between wood and lastic transport pallets. Science of the Total Environment, v.686, p. 514–528, 2019.
39. L. Manzato; L.C.A. Rabelo; S.M. de Souza; C.G. da Silva; E.A. Sanches; D. Rabelo; L.A.M. Mariuba; J. Simonsen. New approach for extraction of cellulose from tucum~a's endocarp and its structural characterization. Journal of Molecular Structure, v.1143, p. 229 e 234, 2017.
40. LANÇAS, F. M. et al.;A Cromatografia Líquida Moderna e a Espectrometria de Massas: finalmente “compatíveis”.Scientia chromatographica, v. 1, n. 2, p. 35-61, 2009.
41. LIMA, R. P.; DA LUZ, P. T. S.; BRAGA, M.; BATISTA, P. R. S.; DA COSTA, C. E. F.; ZAMIANA, J. R.; DO NASCIMENTO, L. A. S.; FILHO, G. N. R. Murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.) butter and oils of buriti(*Mauritia flexuosa* Mart.) and

pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Willd.)Kuntze) can be used for biodiesel production: Physico-chemical properties and thermal and kinetic studies. *Industrial Crops and Products*, v. 97, p. 536–544, 2017.

42. LOSOS, E.; Habitat specificity of two palm species: experimental transplantation in Amazonian successional forests. *Ecological Society of America*, Original article, v. 76, p. 1-9, 1995.

43. MADE-IN-CHINA.COM. Plastic Wood. 2018. Acesso em 12/12/2019. Disponível em https://www.made-in-china.com/products-search/hot-china-products/Plastic_Wood.html

43 MARCEL, K. K.; AKHANOVNA, M.J.; YVES-ALAIN, B.; Quantification of total phenols and flavonoids of *Desmodium adscendens* (Sw.) DC. (Papilionaceae) and projection of their antioxidant capacity. *J. Appl. Biosci*, (49), p. 3355-3362, 2002.

44 MATOS, F. J. A.; *Introdução à fitoquímica experimental*. 2. ed. Fortaleza: EUFC, 1997.

45 MERTENS, O.; BENTHIEN, J. T.; KRAUSE, A. Monitoring of fibre dimensions after a novel wood-plastic compounding approach. *Eur. J. Wood Prod.*, v.76, p. 801–804, 2018.

46 MILLER, J. M.; *Separation Methods in Chemical Analysis*. Ed. John Wiley & Sons, p.303, 1975.

47 MUNDE, Y. S.; INGLE, R. B.; SIVA, I. A comprehensive review on the vibration and damping characteristics of vegetable fiber-reinforced composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, Original article, p. 1-11, 2019.

48 MUNDE, Y. S.; RAVINDRA, B. I.; SIVA, I. A comprehensive review on the vibration and damping characteristics of vegetable fiber-reinforced composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, Original article, p. 1-11, 2019.

- 49 MURAYAMA, K.; UENO, T.; KOBORI, H.; KOJIMA, Y.; SUZUKI, S.; AOKI, K.; ITO, H.; OGOE, S.; OKAMOTO, M. Mechanical properties of wood/plastic composites formed using wood flour produced by wet ball-milling under various milling times and drying methods. *Journal of Wood Science*, Original article, p. 1-10, 2019
- 50 NASCIMENTO, J. C.; LAGE, L. F. O.; CARMARGOS, C. R. D.; AMARAL, J. C.; COSTA, L. M.; SOUSA, A. N.; OLIVEIRA, F. Q. Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH e doseamento de flavonóides totais em extratos de folhas da *Bauhinia variegata* L. *Rev. Bras. Farm.* 92(4), p. 327-332, 2011.
- 51 ORTELLI, S.; COSTA, A. L.; TORRI, C.; SAMORÌ, C.; GALLETTI, P.; VINEIS, C.; VARESANO, A.; BONURA, L.; BIANCHI, G. Innovative and Sustainable Production of Biopolymers. *Factories of the Future*, 2019.
- 52 OUTDURE. Ecodecking for a Natural Finish that Lasts. 2018. Acesso em 12/12/2018. Disponível em <http://www.outdure.com/ecodecking-composite-decking>
- 53 OYAIZU, M.; Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition*, 44, 307–315, 1986.
- 54 PATIL, A. Y.; BANAPURMATH, N. R.; YARADODDI, J. S.; KOTTURSHETTAR, B. B.; SHETTAR, A. S.; BASAVARAJ, G. D.; KESHAVAMURTHY, R.; KHAN, T. M. Y.; MATHAD, S. N. Experimental and Simulation Studies on Waste Vegetable Peels as Bio-composite Fillers for Light Duty Applications. *Arabian Journal for Science and Engineering*, v. 44, p. 7895–7907, 2019.
- 55 PEREIRA, E.; FERREIRA, M. C.; SAMPAIO, K. A.; GRIMALDI, R.; MEIRELLES, A. J. A.; MAXIMO, G. J. Physical properties of Amazonian fats and oils and their blends. *Food Chemistry*, v. 278, p. 208-215, 2019.
- 56 POLIWOOD. Outdoor Furniture. 2018. Acesso em 12/12/2019. Disponível em <https://www.polywoodoutdoor.com/>

- 57 POLYWOOD. What Is POLYWOOD? Our Lumber. 2018. Acesso em 12/12/2019. Disponível em <https://www.polywoodoutdoor.com/our-lumber>
- 58 RAMOS, R. R. F.; SIQUEIRA, D. D.; WELLEN, R. M. R.; LEITE, F.; GLENN, G. M.; MEDEIROS, E. S. Development of Green Composites Based on Polypropylene and Corncob Agricultural Residue. *Journal of Polymers and the Environment*, v. 27, p. 77–1685, 2019.
- 59 RATANAWILAI, T.; TANEERAT, K. Alternative polymeric matrices for wood-plastic composites: Effects on mechanical properties and resistance to natural weathering. *Construction and Building Materials*, v. 172, p. 349–357, 2018.
- 60 RAVISHANKAR, B.; NAYAK, S. K; KADER, M. A. Hybrid composites for automotive applications – A review. *Journal of Reinforced Plastics and Composite*, Original article, p. 1-11, 2019.
- 61 SANTOS, M.H.; BATISTA, B.L.; DUARTE, S.M.S.; LEMOS, B.; Influence of processing and roasting on the antioxidant activity of coffee (Coffee arabica). *Química Nova*, São Paulo, v.30, n.3, p.604-610, maio/jun. 2007.
- 62 SERRA, J. L.; RODRIGUES, A. M. C.; FREITAS, R. A.; MEIRELLES, A. J. A.; DARNETE, S. H.; DA SILVA, L. H. M. Alternative sources of oils and fats from Amazonian plants: Fatty acids, methyl tocols, total carotenoids and chemical composition. *Food Research International*, v.116, p. 12-19, 2019.
- 63 SHERMA, J. Planar chromatography. *Analytical chemistry*, v. 80, n. 12, p. 4253-4267, 2008.
- 64 SILVA, R. S.; SANTOS, C. DE L.; MAR, J. M.; KLUCZKOVSKI, A. M.; FIGUEIREDO, J. DE A.; BORGES, S. V.; BAKRY, A. M.; SANCHES, E. A.; CAMPELO, P. H. Physicochemical properties of tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) powders with different carbohydrate biopolymers. *LWT - Food Science and Technology*, v. 94, p. 79–86, 2018.

- 65 SILVERSTEIN, R. M.; BASSLER, G. C.; MORRIL, T. C. Spectrometric Identification of Organic Compounds.4.ed. Califórnia: Willey, 1981.
- 66 STANKOVIC, M.S., Total phenolic content, flavonoid concentration and antioxidant activity of Marrubium peregri num L. extracts. Kragujevac J. Sci. 33, 63–72, 2011
- 67 TAUFUQA, M. J.; MANSORA, M. R.; MUSTAFA, ZALEHA. Characterisation of wood plastic composite manufactured from kenaf fibre reinforced recycled-unused plastic blend. Composite Structures, v. 189, p. 510–515, 2018.
- 68 TEIXEIRA, N.; MELO, J. C. S.; BATISTA, L. F.; SOUZA, J. P.; FRONZA, P.; BRANDÃO, M. G. L. Edible fruits from Brazilian biodiversity: A review on their sensorial characteristics versus bioactivity as tool to select research. Food Research International, v. 119, p. 325-348, 2019.
- 69 THAM, M. W.; FAZITA, MR N.; KHALIL, H. A.; ZUHUDI, N. Z. M.; JAAFAR, M.; RIZAL, S.; HAAFIZ, M. M. Tensile properties prediction of natural fibre composites using rule of mixtures: A review. Journal of Reinforced Plastics and Composites, v. 38, p. 211–248, 2019.
- 70 TONHI, E., COLLINS, K. E., JARDIM, I. C., & COLLINS, C. H.; Fases estacionárias para cromatografia líquida de alta eficiência em fase reversa (CLAE-FR) baseadas em superfícies de óxidos inorgânicos funcionalizados. Química Nova, 2002.
- 71 TOUATI, Z.; BOULAHIA, H.; BELHANECHÉ-BENSEMRA N.; MASSARDIER, V. Modification of Diss Fibers for Biocomposites Based on Recycled Low-Density Polyethylene and Polypropylene Blends. Waste and Biomass Valorization, v. 10, p. 2365–2378, 2019.
- 72 TURKU, I.; KARKI, T.; PUURTINEN, A. Durability of wood plastic composites manufactured from recycled plastic. Heliyon, 2018.

- 73 VANTSI, O.; KARKI, T. Different coupling agents in wood-polypropylene composites containing recycled mineral wool: A comparison of the effects, *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, Vol. 34(11) 879–895, 2015.
- 74 VEDANA, M. I. S.; ZIEMER, C.; MIGUEL, O. G.; PORTELLA, A. C.; CANDIDO, L. M. B. Efeito do processamento na atividade antioxidante de uva. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 19, n. 2, p. 159-165, 2008
- 75 VINAYAGAMOORTHY, R; RAJMOHAN, T. Machining and its challenges on bio-fibre reinforced plastics: A critical review. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, v. 37, p. 1037–1050, 2018.
- 76 YOUSSEF. A. M.; HASANIN, M. S.; M. E. ABD EL-AZIZ; DARWESH O. M. Green, economic, and partially biodegradable wood plastic composites via enzymatic surface modification of lignocellulosic fibers. *Heliyon*, 2018.
- 77 WAGNER, H.; BLADT, S. *Plant drug analysis - a thin layer chromatography atlas*. 2.ed. Berlin: Springer, p. 126, 1996.
- 78 W. F. P. DE PAULA; L. P. DA SILVA. Preparação e caracterização de resíduo pós-industrial de chapa plástica reforçados com resíduos de pó de chapa. *Revista Produção e Desenvolvimento*, v. 2, n.1, p.114-124, jan./abr., 2016
- 79 WEIFANG YUNDING NEW MATERIAL TECHNOLOGY. Wood Plastic Composite Co- Extrusion Flooring for Outdoor, WPC Flooring/Decking, Composite Wood. 2018. Acesso em 12/12/2019. Disponível em <https://yundingwpc.en.made-in-china.com/product/zjQnXhVOckWA/China-Wood-Plastic-Composite-Co-Extrusion-Flooring-for-Outdoor-WPC-Flooring-Decking-Composite-Wood.html>
- 80 WOISKY, R. G; SALATINO, A. Analysis os propolis: some parameters ond prodecore for chemical fuality control. *Journal Apicultural Research*, 1998.