



FIBRAS RESIDUAIS DE PUPUNHA: ESTUDO DE APLICAÇÕES AO DESIGN SUSTENTÁVEL

PEACH PALM RESIDUAL FIBERS: STUDY OF APPLICATIONS TO SUSTAINABLE DESIGN

FERNANDA MACEDO GOTTARDI, Designer | UTFPR

UGO LEANDRO BELINI, Dr. | UTFPR

PATRÍCIA RAQUEL SILVA ZANONI, Dra. | EMBRAPA

WASHINGTON LUIZ ESTEVES MAGALHÃES, Dr. | EMBRAPA

RESUMO

Sustentabilidade apresenta-se como um termo importante no mundo contemporâneo, o que aumentou a busca e o desenvolvimento de materiais derivados de fibras naturais e residuais. Nesse contexto, agregando conceitos de ecodesign, design social e economia circular, utilizaram-se resíduos fibrosos do processamento do palmito pupunha para desenvolvimento de novos materiais, representados por papéis de diferentes qualidades. Foram realizados estudos, geração de alternativas e um brainstorming de possíveis aplicações para os materiais gerados, que resultaram no projeto de acessórios para o uso em restaurantes, tais como envelopes para talheres, bem como outros produtos que não foram englobados nesse artigo, como papéis bandeja e porta-copos. Com ensaios laboratoriais foi possível analisar aspectos físicos e testar a resistência dos itens perante forças externas, bem como avaliar em microscópio a aglutinação das fibras de pupunha. Dentre as características observadas destacaram-se a maleabilidade, a grande variabilidade de aplicações, a possibilidade de reprodução artesanal e a contribuição para a sustentabilidade ambiental, uma vez que se trata de materiais residuais aplicados ao Design de produto, podendo futuramente apresentar amplo uso em áreas como arquitetura e bioengenharia principalmente na parte de revestimentos.

PALAVRAS-CHAVE

Sustentabilidade; Ecodesign; Papel; Fibras vegetais; Palmito pupunha; Novos materiais; Design social.

ABSTRACT

Sustainability is an important term in the contemporary world, which has increased the search and development of materials derived from natural and residual fibers. In this context, adding concepts of ecodesign, social design and circular economy, fibrous residues from the processing of the heart-of-peach palm were used for the development of products represented by papers of different qualities. Studies, generation of alternatives and a brainstorming of possible applications for waste were carried out, which resulted in the design of accessories for use in restaurants such as envelopes for cutlery and other materials that were not included in this article such as tray papers and coasters. With laboratory tests it was possible to analyze physical aspects and test the resistance of these items to external forces, as well as to evaluate under microscope the agglutination of peach palm fibers. Some of the characteristics observed were the malleability, the great variability of applications, the possibility of artisanal reproduction and the contribution to environmental sustainability, since these are residual materials applied to product design and may present wide use in the future in areas such as architecture and bioengineering mostly in coatings.

KEY WORDS

Sustainability; Ecodesign; Paper; Vegetable fibers; Heart-of-peach palm; New materials; Social design.

1. INTRODUÇÃO

A vida contemporânea, em conjunto com a industrialização, mudança dos padrões de consumo, e crescimento populacional têm causado um aumento considerável na produção de resíduos sólidos. Com a alta demanda de produtos industrializados, como alimentos, que necessitam de embalagens, o grau de impacto ambiental gerado pelo despejo incorreto desses tipos de materiais alcançou níveis alarmantes.

A preocupação da sociedade com o meio ambiente despertou a busca pelos produtos ditos “ecologicamente corretos”, e a implementação de leis ambientais mais rígidas promoveu mudanças no setor industrial perante os modos de produção.

“Desenvolvimento de produtos e sustentabilidade são uma recente combinação de condições que evoluíram do reconhecimento da importância que o design, a produção[...] têm sobre o ambiente[...]” (PLATCHECK, 2012).

É correto afirmar que o designer é fundamental na implementação de mudanças, sejam elas na escolha do material, no processo de fabricação ou na concepção do produto. Cabe a ele a responsabilidade sobre a origem e o destino daquilo que fora produzido.

Os materiais em estudo nesse trabalho são as bainhas residuais retiradas no processamento do palmito pupunha onde apenas 30% do caule é utilizado para consumo humano, enquanto os outros 70% de matéria orgânica são despejados incorretamente gerando um grande problema ambiental, podendo levar resíduos tóxicos aos lençóis freáticos e contaminando fontes de água potável.

Além de propor usos e aplicações para esses resíduos, buscar-se-á uma forma de reintroduzi-los como parte da economia local do litoral paranaense, visando à valorização dos produtores locais de palmito, apresentando uma nova alternativa de renda.

Esse estudo, portanto, irá além da concepção do material, ele englobará conceitos de desenvolvimento sustentável unindo novas possibilidades de design com a finalidade de reduzir resíduos orgânicos, e ainda apresentar uma forma de aumentar a receita de pequenos agricultores.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O desperdício material e o projeto NEXUS

De acordo com os dados da Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2014), o Brasil produz em média 387 quilos de resíduos sólidos por habitante por ano, sendo que desse valor, apenas 40% é destinado a locais adequados.

Uma das áreas que se destaca devido à grande quantidade de resíduos que produz é a agroindústria. “Cerca de 60% do peso total dos resíduos sólidos urbanos gerados no mundo são representados por resíduos agroindustriais, como por exemplo, papel, papelão, madeira, folhas, galhos de árvores, e uma vasta gama de resíduos agrícolas” (CHERIAN; SOUZA, 2011). O acúmulo deste grande volume de material em locais inadequados pode resultar em decomposição inadequada, atração de vetores de doenças e geração de chorumes com potencial contaminação de solo e corpos hídricos (MORAES, 2011).

Outro problema que o país enfrenta são os riscos relacionados à segurança alimentar, hídrica e energética e suas inter-relações, o que tem sido tema de projetos de pesquisa nos diferentes biomas. Neste sentido, a Embrapa Florestas desenvolve desde 2017 o projeto intitulado: “Uso da economia circular, sistema agroflorestal e da biorefinaria para mitigar a falta de segurança hídrica, energética e alimentar aos pequenos produtores do litoral paranaense” (chamada

MCTIC/CNPq n°20/2017- NEXUS II). O projeto Nexus atua também na prevenção e combate à pobreza com o desenvolvimento de tecnologias, produtos e processos que sejam de fácil assimilação pelos pequenos produtores rurais.

Visto que uma das bases da economia local é a produção do palmito pupunha, o projeto busca formas de reduzir o consumo de água, a geração de resíduos e o uso de adubos químicos no plantio, além de desenvolver técnicas de melhoramento genético das espécies com o propósito de aumentar a produtividade.

Usando os conceitos de economia circular e química verde, o Nexus propõe um estudo de aproveitamento para os resíduos provenientes do processamento do palmito pupunha, contemplando, por exemplo, a compostagem desses materiais para uso como adubo, ou o desenvolvimento de novos materiais e a formulação de produtos, através do design, que possam ser comercializados e reintroduzidos como uma forma alternativa de renda.

2.2. Design para a sustentabilidade

O termo design para a sustentabilidade, em seu sentido mais amplo, poderia ser definido como “uma prática de design, educação e pesquisa que, de alguma maneira, contribui para o desenvolvimento sustentável” (VEZZOLI, 2010, p.45).

É necessário ressaltar que, desde a segunda metade do século passado, a forma de lidar com problemas ambientais vem sendo pautada cada vez mais em uma abordagem preventiva, portanto em pesquisar inovações visando à redução da poluição diretamente na fonte, ao contrário do pensamento *end-of-pipe* que focava em sistemas de despoluição.

“Se o papel do designer é ver possibilidades em novos materiais, encontrar significados relevantes para as pessoas, habilitar a criação de novas experiências, então muitas vezes os materiais são um bom ponto de partida” (ASHBY, 2011, p.264).

“A combinação entre o design de produto e a ciência dos materiais é um processo para achar soluções que sejam benéficas para as pessoas, gerando novos comportamentos, novas experiências, novas arquiteturas e criando um impacto positivo na sociedade e em nossa vida diária” (MELLO, 2013, p.82).

2.3. Fibras naturais

Com a incessável busca pelo sustentável as pesquisas acerca de materiais que supram essa necessidade de consumo aumentaram exponencialmente. Dentre as diversas áreas de estudo e desenvolvimento, um item que tem sido muito valorizado é a fibra natural.

Esse tipo de elemento pode ser de origem mineral, vegetal ou animal podendo ser usado *in natura* ou após sofrer beneficiamentos. Marinelli (2008) ressaltar que um valor maior deve ser dado às fibras de origem vegetal, uma vez que essas estão presentes em abundância em uma enorme variedade de plantas disponíveis na biodiversidade, e são recursos renováveis. Diversas fibras são desenvolvidas em diferentes países, sendo usualmente designadas como materiais lignocelulósicos.

2.4. Palmito pupunha

O palmito é um produto especial, porém de consumo restrito no País e no mundo. O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador desse produto, sendo as espécies mais exploradas as palmeiras de Açaí (*Euterpe oleracea*) e Juçara (*Euterpe edulis*).

De acordo com o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em pesquisa realizada no ano de 2017, cerca de 90% do palmito comercial é de origem extrativa (EMBRAPA, 2017). O questionamento acerca da sustentabilidade biológica das

áreas de preservação, a constante exploração ilegal e o rareamento das plantas nas áreas extrativas vêm inviabilizando economicamente essa forma de produção.

O comprometimento se dá também pelo ciclo de produção dessas espécies que é relativamente longo (8 a 12 anos) e a baixa precisão e confiabilidade dos dados devido à alta exploração ilegal delas.

Diante do provável aumento das restrições ao extrativismo (econômicas, naturais e legais) e ampliação dos mercados externo e interno, em todo o Brasil um significativo número de produtores estão investindo em projetos de palmito cultivado” (MORSBACH et al, 1998). No Paraná a pesquisa com palmeiras cultivadas começou em 1987, estudando a adaptação de Açaí, Juçara e Pupunha. A pupunheira foi a que apresentou resultados melhores em termos de adaptação agronômica e aceitação no mercado.

2.5. Resíduos

Por ocasião do corte das plantas para obtenção dos palmitos, há uma quantidade razoável de folhas e capas externas que sobram. No processo de beneficiamento da pupunha somente cerca de 30% em massa é aproveitado como produto (palmito), ou seja, 70% da biomassa que chega à indústria torna-se resíduo (EMBRAPA, 2017).

Atualmente parte desses resíduos é deixada na lavoura a fim de reciclar nutrientes no solo e parte é utilizada como suplemento para alimentação animal; porém, segundo Moraes (2011), o alimento gerado possui mínima qualidade nutricional. A maior parte é disposta de forma inapropriada e o acúmulo deste grande volume de material em locais inadequados pode resultar em decomposição inadequada, atração de vetores de doenças e geração de chorumes com potencial contaminação de solo e corpos hídricos.

Assim sendo, agregar valor à resíduos como as bainhas de palmito pupunha, denota interesse socioeconômico e ambiental para o Paraná e Santa Catarina, particularmente, uma vez que o palmito em conserva é largamente produzido nas regiões litorâneas, com geração de aproximadamente 340 toneladas de cascas por dia (SCHMITZ, 2015).

O aproveitamento destes resíduos permite não só reduzir o impacto ambiental associado ao seu descarte, como também gerar renda extra ou reduzir custos de produção nas agroindústrias.

Esse estudo visa ao desenvolvimento de materiais e posterior criação de produtos a partir do reaproveitamento dos resíduos da pupunha, gerando alternativas que possam facilmente ser reproduzidas de forma manual e de alguma forma serem reintroduzidas no mercado gerando renda extra para pequenos produtores locais.

3. MÉTODO

A forma como esse trabalho se desenvolveu caracterizou-o como uma pesquisa aplicada experimental e interdisciplinar, uma vez que houve a interação de conhecimentos na área de Design, especificamente EcoDesign e Desenvolvimento de Novos Produtos, como também tópicos dentro da Engenharia de Materiais, Engenharia Florestal e da Agronomia. Além disso englobou uma vertente macro e amplamente almejada pela sociedade que é a transformação de insumos considerados como resíduos em produtos de maior valor.

3.1. Fabricação do Papel

Com a análise de outros estudos materiais, tais como o papel de fibra de bananeira desenvolvido pelo professor japonês Hiroshi Morishima em 2001, surgiu a ideia de fazer o mesmo com as fibras da pupunha. Para que tal conformação fosse viável, o material residual foi submetido a um processo de polpação, para que então pudesse ser transformado em folha.

Inicialmente os resíduos foram coletados na indústria de processamento de palmito Geiri (Antonina/PR), que gentilmente forneceu três tipos de materiais residuais: bainha externa, parte basal e bainha interna (Figura 1). Embora todas as partes tenham sido testadas, no presente estudo somente serão mostrados os resultados para as bainhas internas.



Figura 1: Bainhas internas geradas no processamento do palmito pupunha. FONTE: Cristiane Vieira Helm.

Um fator a ser levado em consideração é a baixa presença de lignina na bainha interna da pupunha, cerca de 4% a 5% em massa, o que favorece a liberação de celulose durante o processo de polpação, sendo assim necessária uma menor quantidade de adições químicas e lavagens nas fibras. Para comparação, a madeira possui de 15% a 35% de lignina em sua composição, o que exige uma alta quantidade de intervenções para seu tratamento.

Posteriormente à coleta, ocorreu a picagem grosseira dos resíduos usando facas e tábuas de corte, seguida do cozimento. Nessa fase foram testados dois tratamentos distintos, o modo no qual se foi utilizada apenas água, e o que houve a adição de hidróxido de sódio (NaOH), na concentração de 22 g/L. Em ambos os casos, adicionaram-se 2000 mL de líquido e 600 g de resíduo picado em uma panela de aço inox. O cozimento durou 1 hora e 40 minutos após início da fervura. Após o resfriamento, a mistura foi filtrada em sacos de algodão e o líquido (chamado “licor de cozimento”) foi reservado para posterior tratamento.

O desenvolvimento no qual se usou soda, exigiu uma lavagem posterior extensa, já que o potencial hidrogeniônico (pH) das fibras saiu do cozimento próximo a 14 sendo necessária então a neutralização das mesmas, retornando o pH para próximo a 7. As águas de lavagem foram coletadas e, assim como o primeiro licor de cozimento, foram neutralizadas com ácido acético (na forma de vinagre) até pH entre 6 e 8.

Feito o processo de lavagem, o material foi levado para um liquidificador (Philco, 1200 W) e sofreu um processo de trituração. Nessa etapa as fibras já se tornaram uma espécie de polpa, semelhante a que é obtida no processo de reciclagem de papel.

A polpa foi então depositada em uma bacia com quantidade de água suficiente para submergir a tela de serigrafia e realizar uma “pesca” das partículas que ficam em suspensão na água, criando uma fina camada que dará origem ao papel (Figura 2).



Figura 2: Pesca das partículas com a tela. FONTE: Acervo dos autores.

Para retirar o excesso de água, uma folha de pano absorvente foi colocada sobre a tela que era então posicionada sobre uma superfície de mesmo tamanho e pressionada em seu lado oposto, dessa forma além de retirar o líquido sobressalente a superfície também se tornou mais lisa e uniforme.

O pano com a polpa foi então retirado da tela como mostra a Figura 3 e levado a uma estufa de secagem com circulação de ar a 40 °C.



Figura 3: Folha originária do processo (antes da secagem). FONTE: Acervo dos autores.

3.2. Microscopia e Ensaio de qualidade

As amostras de papel obtidas foram analisadas por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Foram realizados ensaios de gramatura, porosidade e resistência ao rasgo no papel, cujos resultados serviram para melhor identificar sua possível aplicabilidade.

A gramatura de um papel é expressa por g/m² e ela influencia os demais ensaios nos aspectos ópticos e mecânicos, uma vez que em certos cálculos seu valor é utilizado como variável.

O teste de porosidade quantifica a capacidade que o papel tem de se deixar atravessar pelo ar, dado em s/100 ml, ou seja, quanto tempo uma amostra de 100 ml de ar demora para atravessar uma superfície de papel.

A resistência ao rasgo mede o trabalho necessário para rasgar um papel a uma determinada distância depois de o corte ter sido iniciado por uma faca adaptada ao aparelho. O equipamento utilizado para esse tipo de teste é um pêndulo *Elmendorf*.

4. RESULTADOS

Ao final do experimento foram obtidas 3 diferentes folhas de papel apresentadas nas Figuras 4, 6 e 8. A primeira, chamada de T1 (Figura 4), passou pelo processo de cozimento somente com água, e foi triturada uma vez no liquidificador. Sua massa ao final do processo foi de 5,5891 g e, quando dividido pela área da tela usada para formar o papel ($0,0566 \text{ m}^2$), resulta na gramatura aproximada do papel, que nesse caso foi $98,8 \text{ g/m}^2$.

A segunda, chamada de T2 (Figura 6), também passou por polpação somente em água, porém foi triturada duas vezes no liquidificador; sua massa ao final totalizou 3,4639 g e a gramatura $61,2 \text{ g/m}^2$.

A terceira, chamada de T3 (Figura 8), passou pelo mesmo processo de T2, porém teve a adição de NaOH durante seu cozimento. Sua massa final foi de 2,5833 g e a gramatura ficou aproximadamente $45,6 \text{ g/m}^2$.

4.1. Análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV)

As imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV), evidenciadas pelas Figuras 5, 7 e 9, revelam detalhes internos às folhas de papel obtidas através dos tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente.

As Figuras 4 e 5 indicam uma maior presença de espaços vazios entre as fibras residuais de palmito pupunha e maior presença de aglomerados de células parenquimáticas e feixes íntegros de fibras, que remetem a um papel bastante rústico que não permite impressão convencional e atividades de dobra.



Figura 4: Amostra T1 a olho nu.
FONTE: Acervo dos autores.

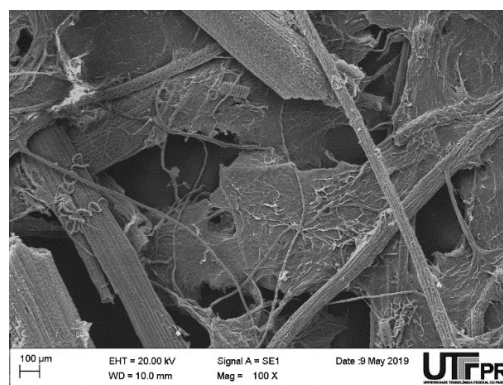


Figura 5: Amostra T1 amplificada na ordem de 100x.
FONTE: Acervo dos autores.

As Figuras 6 e 7 indicam, de modo similar às Figuras 5 e 6, ainda aglomerados de células parenquimáticas e feixes íntegros de fibras, resultando em folha de aspecto rústico e intermediário entre as condições T1 e T3.



Figura 6: Amostra T2 a olho nu.
 FONTE: Acervo dos autores.

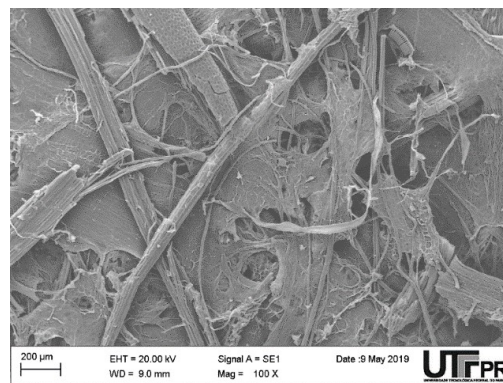


Figura 7: Amostra T2 amplificada na ordem de 100x.
 FONTE: Acervo dos autores.

As Figuras 8 e 9 indicam, por sua vez, um excelente fechamento superficial do papel devido à maior proximidade entre os elementos celulares do resíduo de pupunha e menor presença de espaços vazios, permitindo impressão convencional e dobraduras, ampliando assim seu espectro de utilização em escrita e produtos de Design.



Figura 8: Amostra T3 a olho nu.
 FONTE: Acervo dos autores.

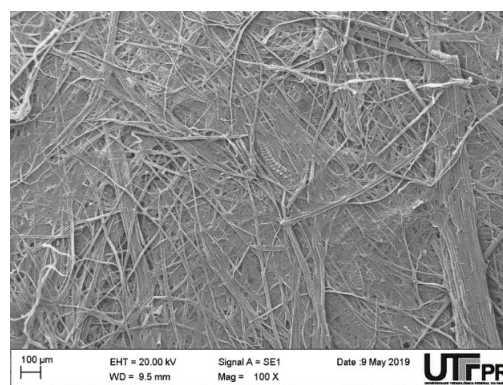


Figura 9: Amostra T3 amplificada na ordem de 100x.
 FONTE: Acervo dos autores.

4.2. Ensaios de qualidade

Após realizadas as análises MEV das amostras, foram designados três diferentes ensaios de qualidade para verificar as propriedades dos materiais submetidos a diferentes situações.

Esses testes são muito relativos, pois dependem de variáveis tais como espessura e gramatura do papel utilizado, tempo de refinamento e comprimento de fibras utilizado. O sulfite tradicional por exemplo possui gramaturas e tamanhos muito diferentes, sendo a categoria mais comum 90 g/m² A4.

O Quadro 1 expressa os resultados obtidos nos testes de qualidade com as amostras T2 e T3 do projeto, uma vez que o uso da T1 não foi de maior interesse para dar continuidade à pesquisa devido a sua alta fragilidade.

ANÁLISES	T2	T3
POROSIDADE	0,4s	4,1s
GRAMATURA	0,876g/m ²	0,557g/m ²
RESISTÊNCIA AO RASGO	~2,5g/f	10gf

Quadro 1: Ensaio de qualidade do papel de resíduos de pupunha. FONTE: Acervo dos autores.

4.3. Protótipos

Para gerar alternativas de possíveis produtos que sustentassem um propósito de sustentabilidade e Ecodesign foi realizado um brainstorming das possíveis aplicações para o material desenvolvido, levando em consideração a textura, disposição das fibras e manuseio.

A ideia geral foi criar acessórios para restaurantes que seguissem o conceito “*farm to table*” ou seja, espaços que valorizam a produção de agricultores locais e que fazem do palmito pupunha parte de seus pratos principais. Um exemplo de rede que segue esse exemplo é o MADERO®.

Originalmente a ideia era englobar não só acessórios de mesa, mas também os recipientes onde são servidos os alimentos, porém por conta das normas Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), ficou restringido o contato direto desse material com o alimento, visto que não há estudos suficientes sobre possíveis efeitos.

Tendo em mãos uma quantidade razoável de material para trabalho, iniciaram-se os estudos para a resolução da proposta. Invólucros de talheres foram um dos produtos selecionados para pesquisa, bem como papéis bandeja e portacopos que não são escopo deste artigo.

Existem inúmeras possibilidades de trabalhar uma folha A4 e adaptá-la para criar. Todo o processo foi bem artesanal, inclusive o desenvolvimento dos protótipos, que contou com uma pesquisa em diferentes lugares de Curitiba para estudar as diferenças de material, e acabamentos nesses tipos de itens.

4.4. Invólucro de talheres

A primeira etapa foi analisar o tamanho necessário para comportar os talheres. As medidas aproximadas estabelecidas para o protótipo foram de 24 cm de altura por 7 cm de largura.

Em seguida realizou-se um croqui com essas medições e com os chanfros necessários para a conformação e colagem do envelope (Figura 10). Esse desenho então foi elaborado em meio digital para garantir a simetria, demarcar áreas de corte e vinco, além de analisar se seria possível a impressão sobre esse tipo de material.

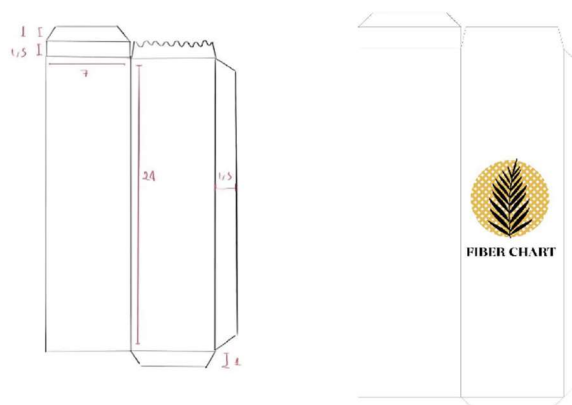


Figura 10: Croqui e estudo digital do invólucro. FONTE: Acervo dos autores.

Com o papel já impresso, restou a parte de corte e colagem, que foi feita com a cola branca tradicional feita com amido de milho e água. O resultado do produto pronto é visível na Figura 11.



Figura 11: Protótipo finalizado. FONTE: Acervo dos autores.

Além do comentado, uma opção de utilização desse papel seria para nichos específicos tais como formaturas e casamentos, não só como invólucros de talheres, mas também como convites, com as devidas adaptações do processo para obter os requisitos de estética e acabamento requeridos.

Outra possível proposta seria a utilização do novo material, agregando aditivos de revestimento que permitam a impermeabilização do papel, ou mesmo propondo uso de maior valor agregado ou estético, como por exemplo a formatação em embalagens para produtos de alto custo como perfumes.

5. CONCLUSÃO

Foi comprovada a viabilidade técnica de produção de papel a partir de resíduos da pupunha por meio de metodologia similar à utilizada para o aproveitamento de fibra de bananeira. O uso de cozimento em presença de soda, em comparação com água somente, resultou em melhor aglutinação entre as partículas, menor presença de espaços vazios e maior lisura, motivo pelo qual foi selecionado.

Com os papéis obtidos foram desenvolvidos com sucesso protótipos de produtos como porta-talheres (mostrado neste artigo) e papel bandeja e porta-copos (tema de outro artigo).

Estão em andamento testes para aperfeiçoar as condições de processo para produção dos papéis (por exemplo, para reduzir/substituir a quantidade de soda e diminuir o volume de água utilizada e, consequentemente, os efluentes do processo), bem como melhor avaliar as propriedades tecnológicas dos papéis.

Os equipamentos envolvidos são de baixo custo e o processo apresenta baixa complexidade, podendo ser facilmente replicado pelas comunidades. Além de gerar renda extra, esta poderia ser uma iniciativa de reaproveitamento destes resíduos que são atualmente subutilizados e podem causar impacto ambiental negativo se dispostos inadequadamente.

AGRADECIMENTOS

À indústria de processamento de palmito Geiri de Antonina-PR, pelo fornecimento dos resíduos de pupunha.

À EMBRAPA Florestas (Colombo-PR), que forneceu materiais, infraestrutura de laboratório e funcionários para que toda parte de desenvolvimento tátil desse trabalho fosse possível. Um adendo especial à Dayanne Regina Mendes Andrade, técnica de laboratório e Frederique Antônio Gonçalves, bolsista PIBIC, que dedicaram suas tardes em auxiliar no preparo e produção dos materiais.

Ao Centro Multiusuário de Caracterização de Materiais – CMCM – da UTFPR, pelas imagens MEV.

À engenheira química Danieli Turra da Iguaçu Celulose, pelos ensaios de qualidade nos papéis.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2014.
- ASHBY, M.F.; JOHNSON, K. **Materiais e Design**: Arte e ciência da seleção de materiais no design do produto. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- CHERIAN, B.M; SOUZA, S. F. de. **Resíduos agroindustriais**: caracterização e utilização. Citricultura Atual, São Paulo, v. 80, n. 2, p.157-158, fev. 2011.
- EMBRAPA. **Pupunha**. BRASIL, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/pupunha/tema>. Acesso em: 21 mar. 2019.
- FERREIRA, P. **Ciência e Tecnologia da Pasta e do Papel: Propriedades do Papel**. 2008. 1 v. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Química, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2008.
- MARINELLI, A.; AMBRÓSIO, J.; MONTEIRO, M. **Desenvolvimento de Compósitos Poliméricos com Fibras Vegetais Naturais da Biodiversidade**: Uma Contribuição para a Sustentabilidade Amazônica. Polímeros, v. 18, n. 2, jun. 2008.
- MELLO, A.K. **Design de tecnologia social**: Reaproveitamento do ouriço da castanha do Brasil no desenvolvimento de novos materiais. 2013 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- MORAES, J. E. **Nutrientes e formas de utilização do resíduo agroindustrial do palmito de pupunha para alimentação animal no Vale do Ribeira**. Pesquisa & Tecnologia, vol. 8, n. 2, Jul-Dez, 2011.
- MORSBACH, N. *et al.* **Pupunha para palmito**: cultivo no Paraná. Londrina: Iapar, 1998. 56 p.
- PLATCHECK, E.R. **Design Industrial**: metodologia de EcoDesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. São Paulo: Atlas, 2012.
- SCHMITZ, W. **Estudo do processo de produção de pasta de celulose a partir de bainhas de palmeira real**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Fundação Universidade Regional de Blumenau, 2015. 91 p.
- VEZZOLI, C. **Design de sistemas para a sustentabilidade**. Salvador: Edufba, 2010. 343 p.