

REUMAM, V. 6, N. 1, 2021, ISSN online 2595-9239

## DESENVOLVIMENTO DE MÓVEIS A PARTIR DE AÇAIZEIRO (*Euterpe oleracea* Mart.)

Edileia Pereira Silva<sup>1</sup>  
Carmen Gilda Barroso Tavares Dias<sup>2</sup>  
Thomas Osmane Santos Rocha<sup>3</sup>

**RESUMO:** O Brasil dispõe de grande quantidade de matéria prima proveniente de fontes renováveis, a destacar os excedentes da indústria de alimentos que apresentam capacidade de gerar novos produtos com função econômica, cultural e social. O Estado do Pará é o maior produtor de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), com 98,3% do total nacional. Com o objetivo de construir protótipo de móvel a partir do estipe da palmeira e frações do fruto pouco comercializados, foi projetado banco com dois tipos de peças. Os estipes foram beneficiados como madeira, em cortes longitudinais sextavados, tratados em prensa hidráulica a 4t e temperatura de 80°C por 10 minutos para retirar o excesso de umidade. A fibra, foi a fração do fruto individualizada em separador rotativo, prensadas em molde de alumínio formando mantas usadas na produção dos compósitos. Estes, foram aplicados no acento do protótipo e para análise mecânica. Os compósitos foram produzidos por processo manual e caracterizado por ensaio de flexão e impacto *Charpy*. A morfologia e cristalinidade das fibras foram avaliadas por MEV e DRX. Os resultados mecânicos do ensaio de flexão do compósito foi de  $\pm 88,25$  MPa e a energia de impacto *Charpy*  $\pm 2,79$  J/m, correspondendo ao reforço de 62% e ao aumento de tenacidade de 65% em relação a matriz. O móvel foi avaliado por requisitos da norma brasileira ABNT NBR/13962:2018 que estabelece sobre os móveis de escritório. Em conclusão, o estudo revelou resultado promissor do material na aplicação, podendo se tornar uma alternativa de uso em projetos moveleiros.

**PALAVRAS-CHAVE:** Caracterização mecânica, Compósitos, Fibras naturais.

## DEVELOPMENT OF FURNITURE FROM AÇAIZEIRO (*Euterpe oleracea* Mart.)

**ABSTRACT:** Brazil has a large amount of raw material from renewable sources, highlighting the surpluses in the food industry, which are capable of generating new products with an economic, cultural and social function. The State of Pará is the largest producer of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), with 98.3% of the national total. Aiming to build a mobile prototype from the palm stem and little commercialized fruit fractions, a bench with two types of parts was designed. The stem was processed like wood, in hexagonal longitudinal cuts, treated in a hydraulic press at 4t at a temperature of 80°C for 10

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia Mecânica (UFPA).

Universidade Federal do Pará. edileiaengprod@gmail.com

<sup>2</sup> Pós-doutora em Ciência e Engenharia dos Materiais (UFSCAR). Universidade Federal do Pará. cgbtd@ufpa.br

<sup>3</sup> Engenheiro em Segurança do Trabalho (UFPA). Universidade Federal do Pará. thosmane6@gmail.com

minutes to remove excess moisture. The fiber was the fraction of the fruit individualized in a rotary separator, pressed in an aluminum mold, forming blankets used in the production of composites. These were applied in the prototype seat and for mechanical analysis. The composites were produced by manual process and characterized by Charpy bending and impact testing. Fiber morphology and crystallinity were evaluated by SEM and XRD. The mechanical results of the composite flexion test were  $\pm 88.25$  MPa and the Charpy impact energy  $\pm 2.79$  J/m, corresponding to 62% reinforcement and 65% increase in toughness in relation to the matrix. The furniture was evaluated according to the requirements of the Brazilian standard ABNT NBR/13962:2018 that establishes office furniture. In conclusion, the study revealed a promising result of the material in the application, which could become an alternative for use in furniture projects.

**KEYWORDS:** Natural fibers, Composites, Mechanical characterization.

## **DESARROLLO DE MUEBLES DE AÇAÍZEIRO (*Euterpe oleracea* Mart.)**

**RESUMEN:** Brasil tiene una gran cantidad de materia prima de fuentes renovables, destacando los excedentes de la industria alimentaria, que son capaces de generar nuevos productos con función económica, cultural y social. El Estado de Pará es el mayor productor de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), Con el 98,3% del total nacional. Con el objetivo de construir un prototipo móvil a partir del tallo de la palma y fracciones de frutas poco comercializadas, se diseñó un banco con dos tipos de partes. El tallo fue procesado como madera, en cortes longitudinales hexagonales, tratado en prensa hidráulica a 4t a una temperatura de 80°C durante 10 minutos para remover el exceso de humedad. La fibra fue la fracción de la fruta individualizada en un separador rotatorio, prensada en un molde de aluminio, formando mantas utilizadas en la producción de composites. Estos se aplicaron en el asiento del prototipo y para análisis mecánico. Los materiales compuestos se produjeron mediante un proceso manual y se caracterizaron mediante pruebas de impacto y flexión Charpy. La morfología y cristalinidad de las fibras se evaluaron mediante SEM y XRD. Los resultados mecánicos del ensayo de flexión compuesta fueron  $\pm 88,25$  MPa y la energía de impacto Charpy  $\pm 2,79$  J / m, correspondientes a 62% de refuerzo y 65% de aumento de tenacidad en relación a la matriz. El mobiliario fue evaluado de acuerdo con los requisitos de la norma brasileña ABNT NBR / 13962:2018 que establece el mobiliario de oficina. En conclusión, el estudio reveló un resultado prometedor del material en la aplicación, que podría convertirse en una alternativa para su uso en proyectos de mobiliario.

**PALABRAS CLAVES:** Caracterización mecánica, Composites, Fibras naturales.

## **INTRODUÇÃO**

O Brasil dispõe de grande quantidade de matéria prima proveniente de fontes renováveis. Considerando a necessidade de desenvolver materiais que atendam diferentes aplicações, cresce o interesse em utilizar excedentes gerados a partir do

beneficiamento do fruto de palmeiras. Esse material tem capacidade de ser transformado em novos produtos.

O incentivo econômico e o desenvolvimento sustentável para agregar valor a novos produtos, por meio da inovação, colabora na utilização dos excedentes de açaí gerados a partir de seu beneficiamento.

A produção de açaí no Estado do Pará é de 98,3% do total nacional, sendo o maior estado produtor do Brasil (IBGE, 2017). O processamento de despulpamento, corresponde a 81,3% da massa do fruto, destacando a ampla disponibilidade dos excedentes (AREDE et al., 2020).

O açaí é o fruto da espécie *Euterpe oleracea* Mart., classificada como Magnoliophyta (Classe: Liliopsida; Subclasse: Arecidae; Ordem: Arecales; Família: Arecaceae; Subfamília: Arecoideae).

A grande oferta desses excedentes, possibilita o uso, em argamassa, formula de biscoitos, biocarvão, painéis acústicos, assim como na movelaria, conforme foi utilizado neste trabalho, entre outros.

Assim, a argamassa com adição de fibra de açaí tratada com solução de hidróxido de sódio foi testada como revestimento externo, com boa resistência e resultado positivo a choque térmico, quando comparado a composição de referência (MARVILA et al., 2020).

Logo, o pré-tratamento alcalino da fibra de açaí em diferentes concentrações de hidróxido de sódio e temperatura, elevou o índice cristalino da celulose e estabilidade térmica, removendo ou expondo os componentes não celulósicos e partícula de silício constante na cavidade das fibras (OLIVEIRA et al., 2019).

Além disso, biscoitos formulados com fibras de açaí associados ao glicerol, não alterou os parâmetros físicos da formulação padrão, sendo considerado como fonte de fibras em alimentos sólidos (LIMA et al., 2015).

Por outro lado, o biocarvão produzido dos resíduos de açaí, trouxe mudanças favoráveis as propriedades do solo ao ser submetido a uma temperatura de 600°C por 60 minutos ou mais, elevou a condição de fertilidade e capacidade de retenção da água (SATO et al., 2019).

Assim, o laboratório de Ecocompósito de engenharia mecânica da Universidade Federal do Pará – UFPA, voltado a pesquisas com diferentes materiais, desenvolveu muitos trabalhos contribuindo com a sustentabilidade como: Tecnologia de

nanocompósitos a base de açaí para Biofabricação; Desenvolvimento de painéis acústicos para controle acústico de recinto fechado; desenvolvimento de eco-pisos a base de poliestireno pós-consumo carregado com fibras de coco de babaçu, entre outros.

Porém, estipes da *E. oleracea* foram avaliados por ensaio de resistência a flexão e rigidez, sendo indicado para estruturas, segundo o estudo, para uso em construções leves, de menor exigência estrutural, como o uso de palha e telha de fibrocimento, destinando os resíduos do manejo dos açazeiros (BRAGA; FERREIRA; BALBONI, 2020).

Assim também, o caroço de açaí tratado foi caracterizado para produzir uma bebida quente com nutrientes diferentes do café tradicional, porém, a indicação é de uma bebida com menor adstringência e maior probabilidade de ingestão e aceitação, podendo apresentar benefícios a saúde por sua atividade antioxidante associada aos compostos bioativos, tornando-se uma alternativa de uso para esses resíduos que não possui cafeína (COSTA et al., 2021).

Portanto, o objetivo geral deste trabalho foi construir protótipo de móvel a partir do estipe da palmeira de açaí e frações do fruto. Com propósito de testar a matéria prima e promover destinação ao excedente, auxiliar na construção de moveis escolar para escolas de comunidades locais, evitando o descarte do material gerando problemas ambientais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no período de 2018 a 2021, foram cortadas três palmeiras em período de manejo dos açazeiros, em julho de 2018, do *campus* da UFPA. Para o desenvolvimento do protótipo foi utilizado dois tipos de peças. Peça 1 tipo madeira extraída do estipe “caule” de *E. oleracea*. A Figura 1, representa, o processo extrativo do estipe, as palmeiras selecionadas estão em final de ciclo comum, a imagem representativa da esquerda para direita mostra as palmeiras frutíferas e palmeiras em final de ciclo produtivo selecionadas, extraídas, seccionadas em pequenas partes, transportadas à oficina da instituição para separar lâminas por cortes sextavados longitudinais para a estrutura do protótipo. A peça 2, compósito produzido de resina de poliéster e fibra de açaí in natura. Esta, individualizada em separador rotativo por atrito caroços/caroços e caroços/tela a partir do excedente de açaí, cedidos por pontos de vendas locais da região metropolitana da capital Belém – PA, no período de 2018 a 2021.

Figura 1 — Extração do estipe tipo madeira.



Fonte: Autor (2018/2019).

A Figura 2, apresenta, o equipamento de separação do excedente de açaí.

Figura 2 — Equipamento de separação rotativo.



Fonte: Autor (2018).

A Figura 3, representa, de forma sucinta o processo de extração do suco de açaí e/ou polpa. Higieniza-se os frutos, processa em máquina chamada bateadeira ao finalizar o processo, retira-se os excedentes armazenando-os em grandes embalagens para serem recolhidos, concluindo com a venda da polpa. A resina de poliéster usada como matriz do tipo cristal e acelerado com cobalto, associadas ao catalisador peróxido de metil-etil-cetona (MEK) em concentração de 100x2ml (resina/catalizador) responsável pelo processo de cura, todos foram fabricados pela CENTERGLASS RESINAS & FIBRA DE VIDRO, obtidos em comercio local. Essa proporção é definida considerando o

tempo de gel da resina, correspondendo ao tempo ótimo de trabalho para o processo de impregnação da carga.

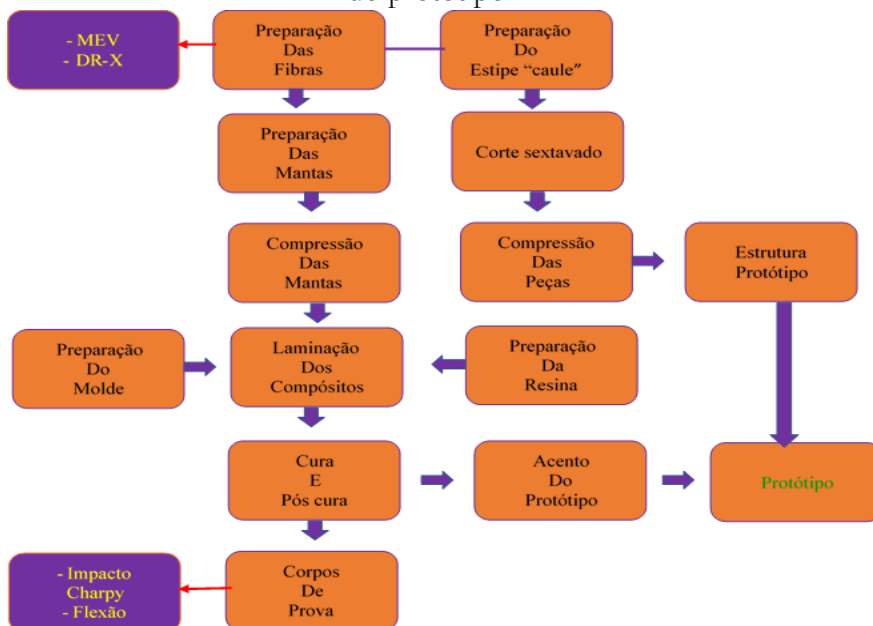
Figura 3 — Processamento do fruto de açaí.



Fonte: Autor (2021).

A Figura 4, apresenta fluxograma descrevendo de maneira geral as etapas de obtenção, caracterização dos materiais e desenvolvimento do protótipo.

Figura 4 — Fluxograma de obtenção, caracterização dos materiais e desenvolvimento do protótipo



Fonte: Autor (2021).

## Tratamento do estipe e preparação da manta de fibra de açai

As lâminas extraídas dos estipes foram submetidas a tratamento em prensa hidráulica com compressão de 4t e temperatura de 80°C durante 10 minutos, tempo necessário para retirar o excesso de umidade, continuando comprimido por mais 24 horas em temperatura ambiente para melhorar a rigidez do material. A Figura 5, apresenta o processo.

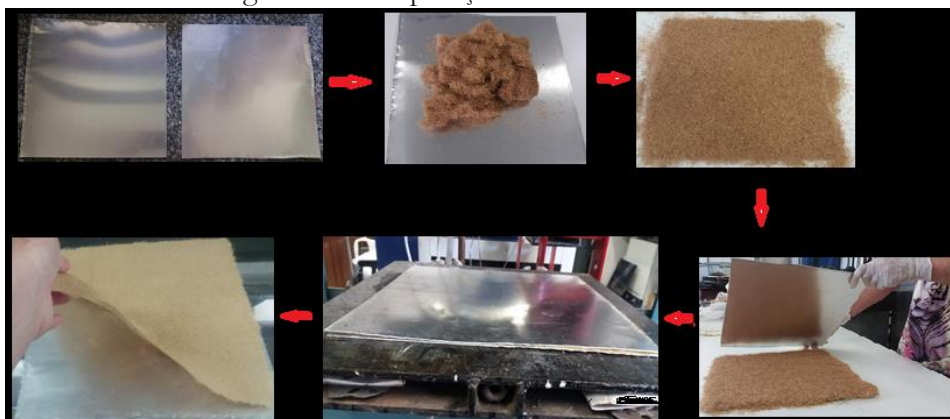
Figura 5 — Tratamento do estipe.



Fonte: Autor (2018).

As fibras individualizadas foram espalhadas e arrumadas aleatoriamente em base de alumínio de 30 cm x 30 cm, prensadas por 5 minutos até a temperatura de 80°C com compressão de 20MPa, formando mantas. A Figura 6, representa, o processo de formação das mantas.

Figura 6 — Preparação da manta de fibras.



Fonte: Autor (2018/2019/2020/2021).

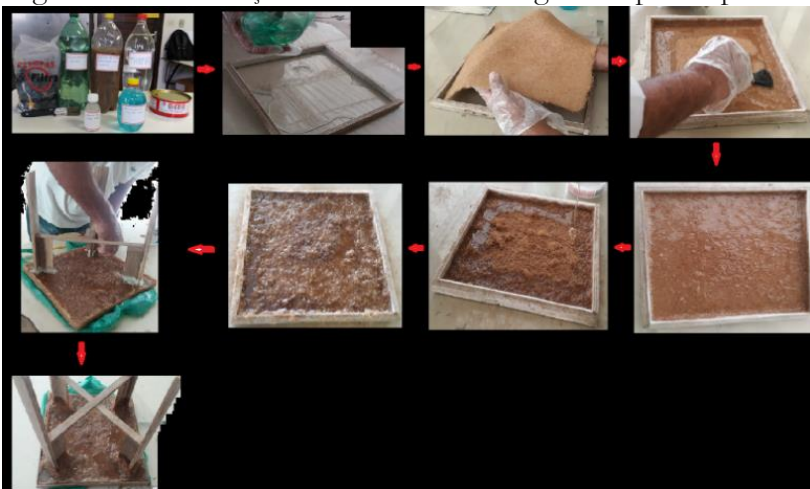
## Laminação das placas de poliéster pura e compósito fibras de açai/poliéster

As placas foram laminadas por processo manual, em molde de base de vidro, limpo com água destilada para remover impurezas, limitado com acrílico e fita de dupla face emborrachada, medindo 30 cm x 45 cm x 127 cm. Uma camada de cera desmoldante foi aplicada antes do início do processo para facilitar o desmolde do laminado. Primeiro preparou-se a placa de poliéster, aguardando por 24 horas para pré-cura, após esse tempo, a placa foi removida, permanecendo em temperatura ambiente por mais 7 dias. O compósito da fibra de açai/poliéster foi moldado alternando resina e fibras, iniciando e terminando com resina. O processo de cura das placas foi todo em temperatura ambiente.

A matriz foi preparada com incorporação de 2% do agente de cura MEK para cada composição de resina poliéster. O preparo do compósito fibra/matriz foi composto por proporção de 34% de fibra de açai, totalizando em 4 camadas de mantas formadas em processos anteriores. As amostras foram preparadas para testar as propriedades mecânicas como resistência à tração, flexão e impacto Charpy, obedecendo as respectivas normas e suas especificações, ASTM D638, ASTM D790 E ASTM D6110.

A placa laminada para o acento do protótipo, obedeceu ao mesmo processo da placa composta para análise mecânica, usando a mesma proporção de fibra de açai e resina cristal poliéster, diferindo somente na última camada de resina, finalizando com resina poliéster acelerada por kobalto para receber a estrutura do protótipo e agir como reforço e o molde que mede 29,7 com x 29,7 cm. A Figura 7, apresenta o processo.

Figura 7 — Laminação do acento e ancoragem do protótipo.



Fonte: Autor (2018).



## Caracterização dos materiais

Fibras de açaí in natura selecionadas foram submetidas a análise morfológica por Microscopia eletrônica de varredura (MEV) e a determinação de seus constituintes químicos por Espectroscopia por energia dispersiva (EDS). Suas imagens foram capturadas nas escalas de 1mm e 500 $\mu$ m, em equipamento de marca TESCAN Vega 3. LM. O índice de cristalinidade foi determinado por Difração de raio-x (DR-X) em equipamento Difrátômetro de Raio – X BRUCKER D2 – PHASER, operando a 30 kV e corrente 10 mA, radiação de CuK $\alpha$  com comprimento de onda de 1,5406 Å. Localizados no Laboratório de Caracterização de Materiais Metálicos do curso de Engenharia Mecânica, lotado no *campus* da UFPA.

A resistência mecânica de tração do material foi conduzida em máquina de teste universal EMIC DL500 5KN com comprimento de referência de 75 mm e a velocidade da cruzeta ajustada em 5 mm/min. O tamanho dos corpos analisados foi de 115 mm x 20 mm x 3 mm de acordo com a norma ASTM D638.

O teste em 3 pontos é o procedimento mais comum e usado neste experimento para avaliar a flexão dos materiais compósitos e matriz com um comprimento de vão de 101,8 mm e a velocidade cruzeta da máquina ajustada em 2,56 mm/min. Os testes foram conduzidos pela mesma máquina de teste de tração. O tamanho do corpo de prova obedece aos padrões da ASTM D790 é de 128 mm x 13 mm x 4 mm.

Os testes tração e flexão foram realizados no laboratório de Ecocompósitos, localizado na Faculdade de Engenharia Mecânica da UFPA, em temperatura ambiente, conforme as normas ASTM. As propriedades foram lidas em microcomputador através do programa TESC conectado à máquina de teste Universal.

O teste de impacto Charpy foi conduzido em um pêndulo WP 410 Gunt Hamburg com capacidade de 300 Nm. Os espécimes foram cortados de acordo com a norma ASTM D6110 em dimensões de 127 mm x 12.70 mm x 9 mm.

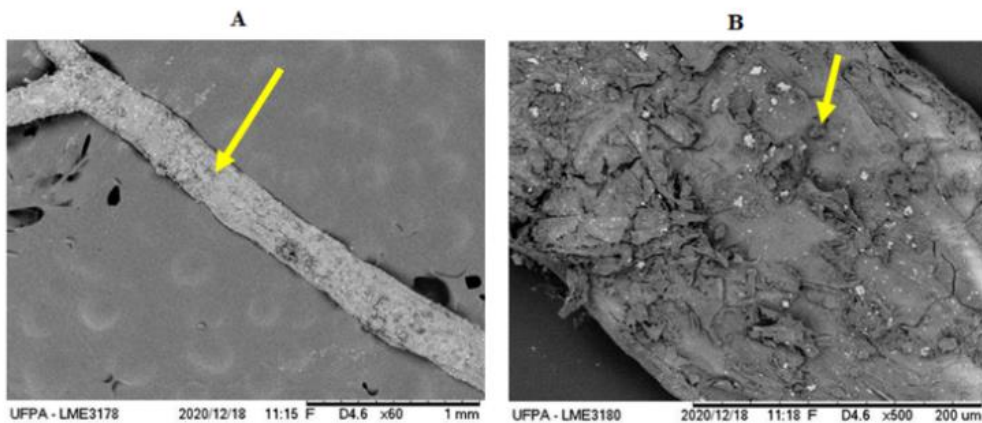
## Resultados e Discussão

A superfície da fibra de açaí analisada por MEV/EDS está representada na Figura 8, que mostra as micrografias representativas das fibras que recobrem o endocarpo de açaí. A Figura A corresponde a fibra in natura, sua seção transversal semicircular não se enquadra como esférica, e a superfície não é lisa nem homogênea e estão recobertas com

células do parênquima. A Figura B, se vê em detalhe os orifícios denominados canais de pontuação presente na extensão da fibra e células do parênquima recobrando a superfície. Tais resultados se assemelham com o trabalho de Azevedo et al. (2021), que analisou a fibra de açaí que teve comportamento linear (alongado em comprimento em relação à área da seção transversal) da fibra de açaí com seção transversal circular, áspera e vazia, tanto na superfície quanto no interior da fibra e Marvila et al. (2020), ver claramente que a fibra de açaí natural tem superfície homogênea.

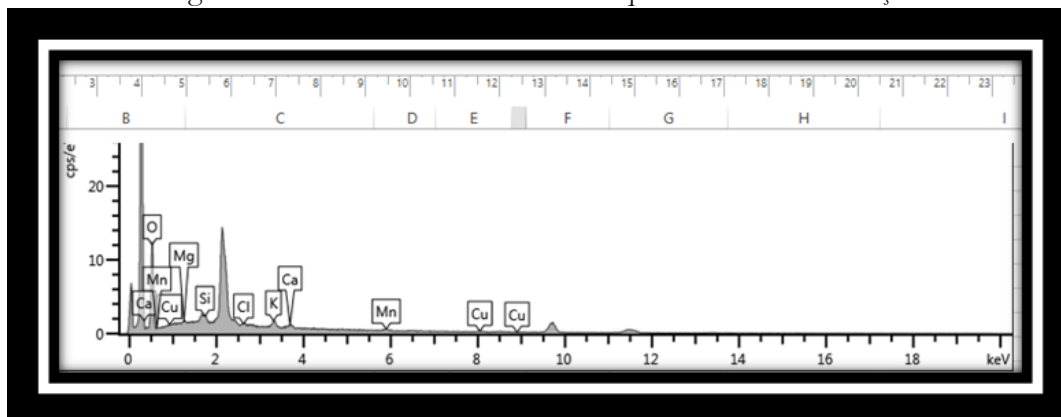
A Figura 9, representa, a porcentagem de elementos químicos encontrados na fibra de açaí através do EDS. Os elementos químicos Cálcio (Ca), Manganês (Mn), Oxigênio (O), Cobre (Cu), Magnésio (Mg), Silício (Si), Cloro (Cl), Potássio (K) e Cálcio (Ca) foi mapeado na fibra apresentando maior concentração de Oxigênio, uma vez que a fibra é um material orgânico, seus valores estão dentro do esperado.

Figura 8 — MEV (a) seção transversal semicircular da fibra de açaí e (b) detalhe dos orifícios da fibra.



Fonte: Autor (2020).

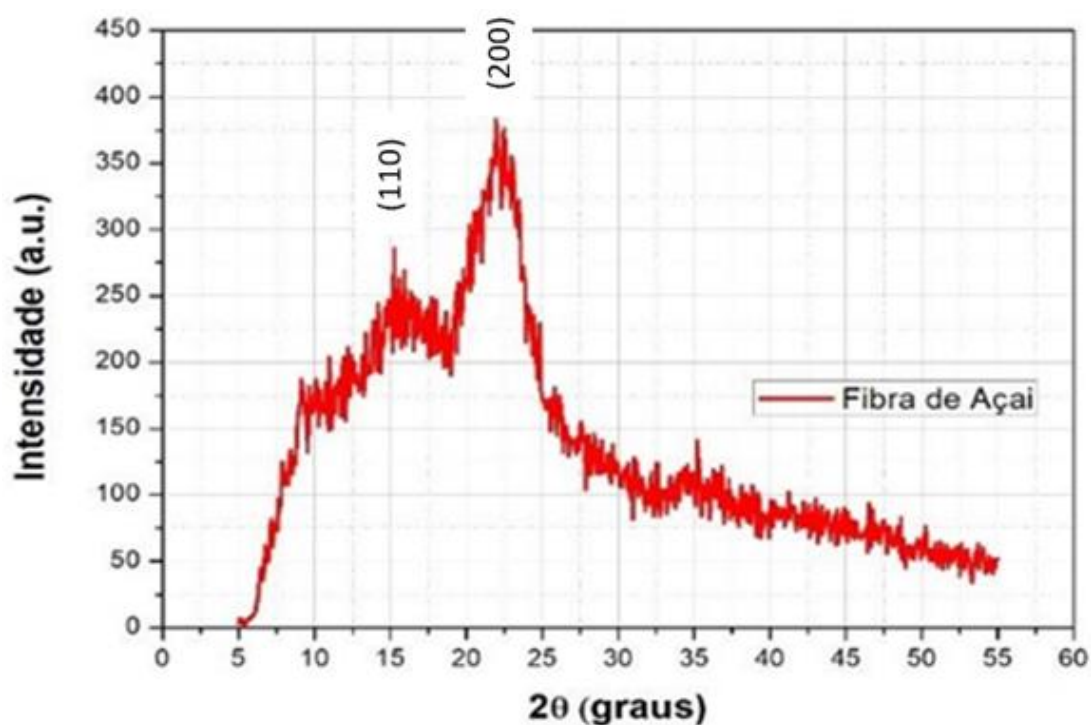
Figura 9 — EDS Gráfico elementos químicos – fibra de açaí.



Fonte: Autor (2020).

A análise de DRX pode identificar a cristalinidade das fibras vegetais correspondente a frações de celulose. A Figura 10 mostra o espectro de DRX na fibra in natura de açaí. A amostra analisada apresenta comportamento de difração em dois picos de reflexão principal. O primeiro pico observado em  $2\theta = 16^\circ$  é atribuído ao plano cristalográfico (1 1 0), o segundo pico  $2\theta = 22^\circ$  corresponde ao plano cristalográfico (2 0 0), picos característicos de celulose I semelhante ao trabalho de Monteiro et al. (2019), que apresentou o mesmo padrão típico de difração de celulose I, correspondendo aos mesmos picos.

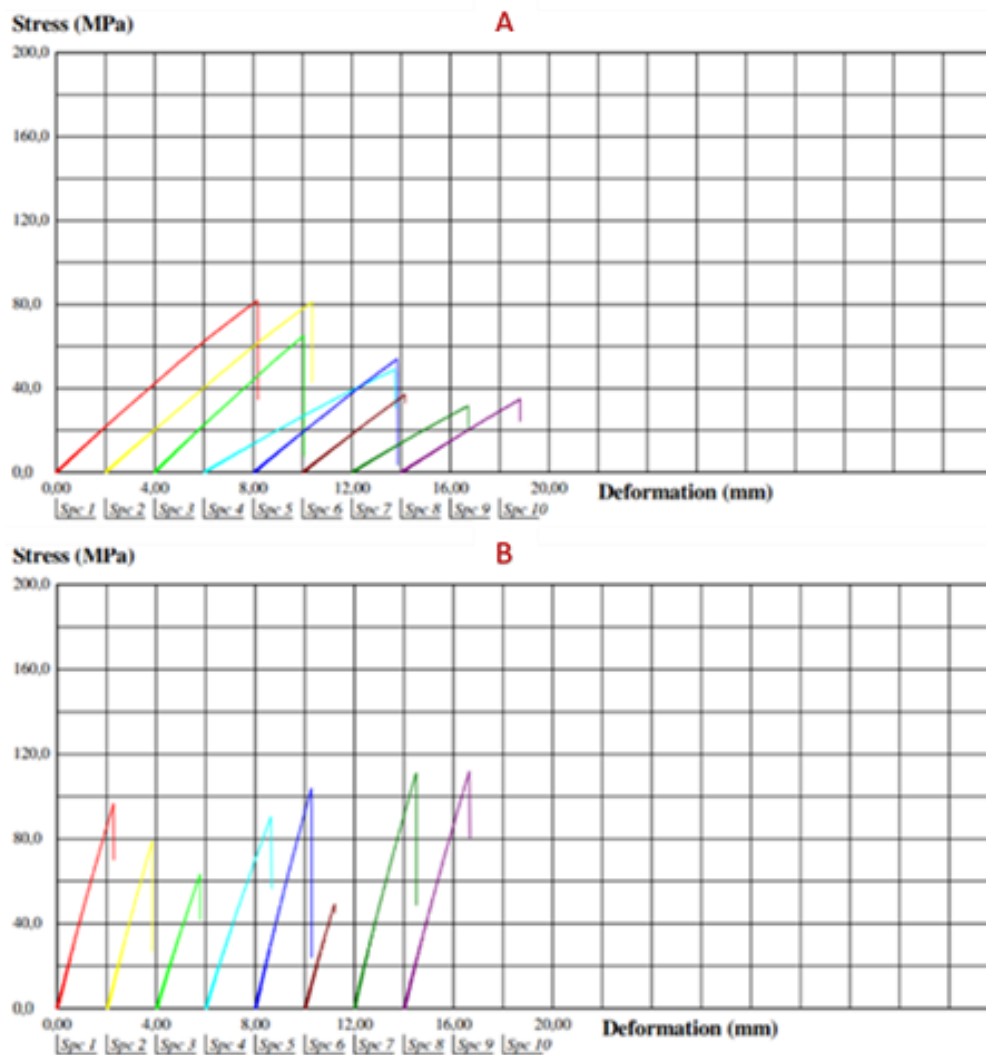
Figura 10 — Análise de DR-X da fibra de açaí.



Fonte: Autor (2019).

A resistência à flexão dos espécimes de resina poliéster pura e compósito com fibras de açaí analisados, obtiveram os seguintes resultados: a placa laminada de poliéster com 0% de fibra resistiu 54,38 MPa, enquanto que a resistência mecânica do compósito com proporção de 34% de fibras de açaí foi de  $\pm 88,25$  MPa, correspondendo ao reforço de 62% em relação a matriz. A Figura 11, apresenta os gráficos com resultado por espécimes, Figura (a) resultado gráfico da resina de poliéster e (b) resultado do compósito fibras/matriz.

Figura 11 — Resultado gráfico de flexão (a) poliéster e (b) o compósito de fibras de açai/poliéster



Fonte: Autor (2021).

Os autores Vijayakumar e Palanikumar (2020), usaram proporção de fibras semelhantes a este trabalho, desenvolveram compósito de fibras de cariota/poliéster orientadas aleatoriamente com diferentes proporções de peso, mostrando que seu melhor resultado de flexão foi na proporção de 35% e 40% de fibras. Este material é usado como substituto na indústria automobilística.

A capacidade de absorção de energia da resina poliéster e compósito de fibras de açai em impacto Charpy, foram respectivamente  $\pm 1,69$  J/m e  $\pm 2,79$  J/m, correspondente ao aumento de tenacidade de 65% em relação a matriz. Assim, os autores Bhambure e Rao (2021), apresentaram em seu estudo que compósito de fibra de kenaf/poliéster,

orientadas aleatoriamente e curtas, teve um aumento de tenacidade de 9% em relação a matriz, sugerindo que ao aumentar o tamanho da fibra se tem um resultado melhor, comprovado pelos autores Patel e Jain (2021), que em seu estudo identificaram que o compósito com matriz de poliéster e fibras curtas, tem melhora em sua resistência ao impacto de acordo com aumento de comprimento das fibras. Porém, a pesquisa dos autores Nascimento et al. (2018), indica que os resultados obtidos em teste de impacto Charpy, depende da proporção incorporada da fibra natural de malva não tratada em matriz epóxi, dispondo de melhor resultado nas proporções de 20% e 30% de volume.

### Móvel tipo banco

Os móveis foram produzidos a partir da peça 1, estrutura montada por lâminas extraídas do estipe da *E. oleracea*, em cortes longitudinais sextavados projetadas em cotações pré-definidas para estruturar a peça 2, placa composta de fibras de açaí, processada de acordo com o tamanho especificado do acento do banco. A análise de resistência do protótipo considera o ciclo de vinte repetições por usuários voluntários, baseado a norma brasileira ABNT NBR 13962:2018, que normaliza os testes em móveis por uso real, especifica a variação de estatura e peso para medir a resistência do produto. A Figura 12 apresenta os móveis concluídos.

Figura 12 — Móveis concluídos.



Fonte: Autor (2018/2019).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados apresentados, o objetivo de construir protótipo de móvel a partir de estipe de palmeira de açaí e frações do fruto, foram alcançados, considerando o sucesso do projeto protótipo de móvel pelo fácil acesso a matéria prima. A escolha dos parâmetros de processamento e combinação dos elementos utilizados, resultaram em um objeto com mistura bem distribuída sem degradação térmica ou mecânica aparente.

Os resultados mecânicos de flexão e impacto *Charpy* do compósito, apresentaram resistência com proporção de volume de fibra de 34% de  $\pm 88,25$  MPa e energia de impacto *Charpy*  $\pm 2,79$  J/m, correspondendo ao reforço de 62% e ao aumento de tenacidade de 65% respectivamente em relação a matriz. O móvel concluído foi avaliado por requisitos da norma brasileira que estabelece sobre os móveis de escritório.

Observando os parâmetros estudados nota-se o potencial de novas oportunidade para desenvolvimento de materiais, produzidos, a partir de substratos abundantes na natureza com baixo impacto ambiental. Concluindo que o uso da matéria prima pesquisada como carga em compósito foi eficiente. Podendo ser ampliado seu uso, promovendo oportunidade de renda proveniente de materiais aproveitados de excedentes de açaí.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM D638**: Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. Pennsylvania: ASTM, 2014. DOI: 19428-2959, USA, compass-stm.ez3.periodicos.capes.gov.br.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM D790**: Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials. Pennsylvania: ASTM, 2017. DOI: 19428-2959, USA, compass-stm.ez3.periodicos.capes.gov.br.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM D6110**: Standard Test Method for Determining the Charpy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics. Pennsylvania: ASTM, 2018. DOI: 19428-2959, USA, compass-stm.ez3.periodicos.capes.gov.br.

AZEVEDO, Afonso R. G. et al. Technological performance of açaí natural fibre reinforced cement-based mortars. **Journal of Building Engineering**, v. 33, p. 101675, 2021.

BRAGA, Bruna de Araújo; FERREIRA, Milca Aires; BALBONI, Bruno Monteiro. Utilização de estipes de *Euterpe oleracea* (Mart.) como vigas em comunidade rurais da amazônia. **Revista Agroecossistemas**, v. 11, n. 2, p. 203-213, 2020.

BHAMBURE, Shilpa; RAO, A. S. Experimental investigation of impact strength of kenaf fiber reinforced polyester composite. **Materials Today Proceedings**, n. 46, v. 6, March, 2021. DOI:10.1016/j.matpr.2021.02.055.

COSTA, Nizete Chaves et al. Caracterização físico-química do caroço de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) torrado destinado à produção de uma bebida quente. **Avanços em Ciência e tecnologia de Alimentos**, v. 2, p. 73-82, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE.). **Agência IBGE notícias**. 2017. Disponível em <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/16821-safra-de-acai-foi-de-1-1-milhao-de-toneladas-em-2016>. Acessado em: 18 fev.2019.

LIMA, Helena et al. Use of agroindustrial wastes (açai fiber and glycerol) in the preparation of cookies. **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 7, p. 4593-4599, 2015.

MARVILA, Markssuel T. et al. Durability of coating mortars containing acai fibers. **Case Studies in Construction Materials**, v. 13, p. e00406, 2020.

MONTEIRO, Alvaro Ferreira et al. High concentration and yield production of mannose from açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) seeds via mannanase-catalyzed hydrolysis. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 1-12, 2019.

NASCIMENTO, Lucio Fabio Cassiano *et al.* Charpy impact test of epoxy composites reinforced with untreated and mercerized mallow fibers. **Journal of materials research and technology**, v. 7, n. 4, p. 520-527, 2018.

OLIVEIRA, Dhimitrius N. P. S. et al. Enhancement of the Amazonian Açaí Waste Fibers through Variations of Alkali Pretreatment Parameters. **Chemistry & biodiversity**, v. 16, n. 9, p. e1900275, 2019.

PATEL, Nikunj; JAIN, Piyush. An investigation on mechanical properties in randomly oriented short natural fiber reinforced composites. **Materials Today Proceedings**, v. 37, p. 469-479, 2021.

SATO, Michel Keisuke et al. Biochar from Acai agroindustry waste: Study of pyrolysis conditions. **Waste Management**, v. 96, p. 158-167, 2019.

VIJAYAKUMAR, S.; PALANIKUMAR, K. Evaluation on mechanical properties of randomly oriented Caryota fiber reinforced polymer composites. **Journal of Materials Research and Technology**, v. 9, n. 4, p. 7915-7925, 2020.