

## 5. Conclusões

As conclusões desta tese foram realizadas em duas partes: Primeiro em relação à caracterização da fibra e segundo em relação à caracterização dos compósitos, especialmente do compósito formado pela fibra de ubuçu e resina de mamona. As conclusões estão expostas por ensaio realizado.

### 5.1 Caracterização da fibra de ubuçu

- Os ensaios de MEV, difração de Raios-X, TGA, DSC, FTIR e densidade aparente em relação à água mostraram que a fibra de ubuçu apresentou propriedades e características coerentes com as de outras fibras lignocelulósicas;
- No ensaio de gramatura a fibra de ubuçu foi classificada como um não tecido de categoria muito pesado, porém, mais leve que as fibras de vidro. Esse dado demonstra que utilizar a fibra de ubuçu em matriz de resina de mamona, fará com que se obtenha um compósito menos denso do que usar fibras de vidro como reforço. Além disso, as fibras de ubuçu são um material de origem vegetal e com menor impacto ambiental;
- No ensaio de tração, os valores encontrados para a carga de ruptura foram superiores aos encontrados para outras fibras lignocelulósicas, como a juta, e bem próximo ao encontrado para as fibras de vidro;
- Como conclusões finais para a caracterização da fibra de ubuçu é possível afirmar que foi gerado um banco de dados a respeito desta fibra, apresentando-a como mais uma boa possibilidade dentre as fibras vegetais para uso como reforço em matrizes poliméricas.

## 5.2 Caracterização dos compósitos de fibra de ubuçu e resinas de mamona/epóxi

- No ensaio de resistência à flexão, o Material 3 apresentou os melhores resultados (pela natureza mais rígida da resina epóxi, se comparada com a resina de mamona), seguido do Material 1 e 2 (devido à natureza mais flexível da resina de mamona na proporção 2:1 de seus componentes). A secagem das fibras de ubuçu em estufa mostrou que o desempenho mecânico foi melhorado. Já a geometria de reforço que apresentou melhor desempenho mecânico foi o uso da fibra de ubuçu como folhas e não como fibras picadas;
- No ensaio de compressão paralela o Material 3 foi mais resistente, porém apresentou rupturas e delaminações mais severas quando comparado com os Materiais 1 e 2;
- Os resultados de compressão normal demonstraram que o Material 1 e 3 apresentaram bom desempenho mecânico. O Material 2 apresentou valores de resistência baixos. Tal fato deixa clara a viabilidade técnica de utilização do Material 1 na fabricação de pisos e revestimento ecológicos;
- No ensaio de impacto, os Materiais 2 e 3 foram superiores ao Material 1, porém todos os valores foram superiores aos encontrados na literatura. O Material 2 apresentou um comportamento que pode ser classificado como dúctil, sendo tal fato devido a natureza flexível da resina de mamona na proporção 2:1 de seus componentes;
- As análises de MEV das fraturas sob impacto mostraram que os Materiais 1 e 2 apresentaram pouca extração de fibras da matriz, ao contrário do Material 3, que apresentou descolamento maciço das fibras de ubuçu da matriz de epóxi. Esse fato demonstra que houve melhor adesão fibra/matriz entre a fibra de ubuçu e a resina de mamona;
- No ensaio de abrasão, os três materiais analisados se mostraram tecnicamente viáveis de serem utilizados como materiais para pisos;

- As análises de MEV das superfícies de abrasão mostraram que os Materiais 1 e 3 apresentaram superfícies mais regulares que as do Material 2. Mesmo os três compósitos analisados apresentando um desgaste abrasivo menor que as madeiras, eles não apresentaram trincas na superfície, o que os torna eficientes na fabricação de pisos e revestimentos;
- Os resultados de DMA se mostraram insatisfatórios, já que os módulos de armazenamento e de perda apresentaram valores inferiores ao encontrados na literatura, devendo tal ensaio ser refeito para melhores conclusões. Pela altura do pico de tan delta, concluiu-se, entretanto, que a interface fibra/matriz do Material 1 e 2 foi melhor que a do Material 3.
- Tendo em vista o conjunto de propriedades obtidas, o Material 1 foi selecionado para o Projeto de Design, onde se buscou verificar sua adequabilidade na fabricação do piso do tipo taco. Os resultados obtidos foram, de fato, bons pela seleção do piso (Categoria Materiais e Equipamento de Construção) para o 24º Prêmio Design Museu da Casa Brasileira, umas das mais renomadas premiações de Design no Brasil;
- Em relação ao estudo de ACV, resultados preliminares demonstram que a fabricação do piso a partir do Material 1 é uma atividade com menor impacto ambiental, já que vem de fontes renováveis e pode gerar renda para pessoas que já lidam com a fibra de ubuçu na Região Norte do Brasil. Porém, é preciso complementar tal estudo para se ter informações mais precisas e quantificar melhor o impacto ambiental que a fabricação deste tipo de produto possa causar no meio ambiente.

## 6. Sugestões para futuros trabalhos

Tendo em vista os resultados insatisfatórios dos compósitos no ensaio de DMTA, sugere-se que seja refeito tal ensaio medindo as propriedades termo-dinâmico-mecânicas desses compósitos;

No que diz respeito ao processamento do compósito, a principal dificuldade encontrada foi adequar o processo de fabricação ao tempo de gel limitado da resina. Assim, propõe-se que sejam estudadas outras formulações da resina de mamona, com maior tempo de gel, sem que as propriedades de desempenho mecânico dos compósitos sejam afetadas;

Sugere-se que o estudo de ACV – Análise de Ciclo de Vida seja feito em sua completude já que a demanda por materiais menos impactantes se tornou item primordial para o desenvolvimento da indústria comprometida com o meio ambiente;

Com relação às fibras de ubuçu, sugere-se que seja realizada a análise química dessas fibras, bem como analisar o efeito de tratamentos de superfície que visem a melhoria da interface fibra/matriz em compósitos de matrizes poliméricas de origem vegetal;

Estudos de envelhecimento UV (e absorção de água) se fazem necessários para se obter informações a respeito do comportamento do compósito frente a agentes/meios agressivos;

Com relação a ensaio de simulação de pisos em serviço, sugere-se a realização, conforme ASTM D 2394-83 (ASTM, 1994), dos ensaios de impacto da esfera de aço cadente, da carga rolante e da endentação causada por cargas aplicadas em pequenas áreas. Estes ensaios são importantes por simular o uso do compósito de fibras de ubuçu e resina de mamona como elemento para pisos, dando uma idéia de seu comportamento como piso em serviço. Outro ensaio importante com relação ao piso é observar o seu comportamento frente ao uso de produto agressivo, como desinfetantes, água sanitária, entre outros.