

ANÁLISE DE RESISTÊNCIA À RUPTURA DAS FIBRAS DE BURITI E BANANEIRA

Daiana de Oliveira Borges¹

Warley Augusto Pereira²

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo a comparação da resistência das fibras de buriti e de bananeira in natura. Esse estudo se deve ao fato da importância de se gerar alternativas sustentáveis sobre os recursos utilizados atualmente. A criação de materiais compostos com fibras naturais tem sido de grande importância para o quesito de sustentabilidade, pois estes agredem menos o meio ambiente. A extração de cada fibra foi feita de forma artesanal e o processo de secagem foi de livre exposição ao sol. Após a secagem, foram feitas tranças simples e encaminhadas para o ensaio de tração para se obter a resistência de cada uma em seu estado natural, com e sem tranças. No caso da fibra de bananeira, também foi analisado o tipo de secagem para verificar se influenciaria na resistência da mesma. Foram feitas secagens ao forno, com diferentes tempos e temperaturas, além da secagem natural ao ar. Os testes mostraram que a secagem ao forno ressecou as fibras, reduzindo sua resistência quando comparada à secagem ao ar. Além disso, realizou-se um experimento simples para encontrar o valor da densidade de cada uma destas fibras. Esse teste foi feito com amostras trituradas e compactadas em um recipiente que, por sua vez, foi pesado para encontrar a massa das fibras e, usando uma relação matemática, foi encontrado o valor de cada densidade. Ao realizar os ensaios, foi constatada a superioridade do limite de resistência à ruptura da fibra de buriti em comparação à fibra de bananeira.

Palavras-chaves: Análise estatística. Ensaio de tração. Fibras vegetais.

¹ Graduando em Engenharia Mecânica pela Universidade de Rio Verde, Rio Verde Goiás.

² Orientador, Doutor em Materiais e processos de fabricação.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente existe uma grande necessidade de novos recursos que agridam menos a natureza, com o uso de fibras vegetais renováveis, esclarecendo os conceitos básicos para a compreensão dos experimentos realizados, além das vantagens que cada fibra pode oferecer para se chegar ao resultado desejado.

Assim, pode-se afirmar que uma necessidade bastante recorrente na atualidade é a preservação de recursos naturais, bem como o manejo adequado dos mesmos. O retrato observado hoje é o aumento do consumo sem controle desses recursos. As principais motivações para o interesse em preservar o meio ambiente é a crescente ocorrência de desastres ambientais, escassez de matérias primas e os desequilíbrios nos ecossistemas em geral (MARINELLI, MONTEIRO e AMBRÓSIO, 2008).

O Brasil desempenha um papel de grande importância nessa demanda, uma vez que em seu território existe uma das maiores biodiversidades do planeta (MARINELLI, MONTEIRO e AMBRÓSIO, 2008). Para isso, várias pesquisas estão sendo desenvolvidas referentes a este ramo. Uma dessas pesquisas tem como abordagem o uso de fibras naturais para reforço de materiais compósitos (BORGES *et al.*, 2015). Existem várias espécies de plantas capazes de produzir fibras, que podem ser cultivadas com esse propósito específico. As fibras dessa qualidade têm um campo de utilização bem extenso, desde aplicações tradicionais, como a fabricação de tecidos, até a absorção de metais pesados (MARINELLI, MONTEIRO e AMBRÓSIO, 2008).

O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo das propriedades de fibras naturais e sua viabilidade para serem usadas como material para reforço de materiais compósitos, bem como entender a funcionalidades das mesmas no material.

Além disso, é ressaltada a importância da utilização consciente dos recursos naturais, de forma a impactar o mínimo possível o meio ambiente. Também são apresentadas as vantagens que as fibras fornecem neste quesito.

Outra característica que tem grande influência no crescente uso das fibras naturais no meio da engenharia é a variedade de tipos de matéria prima encontrada no território brasileiro. Algumas dessas plantas já são cultivadas para consumo, outras são resíduos de processos e ainda existe as que pouco se falam, as silvestres (MONTERO *et al.*, 2006).

Estas fibras possuem a vantagem de serem, em sua grande maioria, biodegradáveis e se originam de fonte renovável, não possuem agentes tóxicos e por serem fáceis de se modificar com o uso de agentes químicos (BANNA *et al.*, 2011). Além desses aspectos, elas possuem um custo inferior quando comparadas a outras fibras sintéticas, como por exemplo, as de vidro e de carbono. Também têm uma baixa densidade, o que interfere significativamente no seu peso, tornando o material mais leve. Pode-se incluir nessa somatória a redução dos desgastes das ferramentas durante o processo (BANNA *et al.*, 2011).

Como são várias as características que as fibras possuem, este trabalho se limitou a fazer o estudo do comportamento delas com relação à resistência de ruptura. Também foram delimitados os tipos de fibras, no caso, utilizou-se a fibra interna da bananeira, conhecida como renda, e a fibra de buriti, chamada de seda. O trabalho também apresenta os conceitos básicos referentes às fibras escolhidas para a realização dos testes.

Em resumo, a principal intenção de se utilizar as fibras vegetais em materiais compósitos é a substituição das fibras sintéticas nos mesmos. Porém, é necessário que se conheça as propriedades inerentes da matéria prima, como a densidade, resistências proporcionadas (desgaste e ruptura) e quaisquer outros fatores que sejam relevantes para o seu uso (BORGES *et al.*, 2015).

1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para melhor compreensão, é necessário que alguns conceitos sejam esclarecidos referentes às fibras de bananeira e às de buriti, além do tipo de ensaio usado para a determinação das propriedades de interesse na pesquisa.

O primeiro conceito que deve ser compreendido é a definição de fibra natural, bem como suas classificações. Isso se faz necessário devido à ideia central do trabalho ser a utilização de recursos naturais no meio tecnológico.

Uma fibra natural nada mais é do que um material derivado de um meio natural, ou seja, não se utiliza de nenhum processo artificial para se obter este material. As fibras naturais se classificam entre as de origem vegetal, origem animal e origem mineral (BORGES e PEREIRA, 2016).

As fibras naturais podem derivar de várias origens, mesmo sendo provenientes de plantas (FREITAS, 2016). Para exemplificar, pode-se tomar a bananeira (Figura 1) e o buriti (Figura 2). Na primeira planta, a fibra é extraída do caule, já na segunda, a fibra vem das folhas. Também é possível obter fibras dos frutos, como os cocos ou das sementes.

FIGURA 1 - Bananeira



Fonte: www.google.com (2016).

FIGURA 2 - Árvore de Buriti



Fonte: www.google.com (2016).

Apesar do principal aspecto deste trabalho ser o estudo da resistência das fibras utilizadas nos testes, existem outros fatores que se deve conhecer para compreender o motivo desse estudo. O primeiro deles é o fácil cultivo que a bananeira apresenta, uma vez que ela é uma planta tipicamente tropical e esse clima é predominante na maior parte do Brasil (BALZER *et al.*, 2007).

Por outro lado, o buriti, apesar de ser uma planta muito comum nas regiões alagadas do Brasil, não é uma planta muito cultivada. As condições que a planta exige para seu desenvolvimento são bastante específicas, principalmente o requisito do solo muito úmido

(AFONSO, [200-?]). Porém, essa planta é bastante utilizada no aproveitamento de solo, já que poucas espécies de vegetais são capazes de sobreviver a essas condições. O buriti tem sido usado como uma fonte de enriquecimento no comércio e na alimentação das pessoas situadas na região norte (SEMEDO e BARBOSA, 2007).

Outro fator que deve ser apresentado é o custo de obtenção da matéria prima. Quando se compara as fibras naturais com as sintéticas, fica evidente a diferença de valores (SANTOS *et al.*, 2015). Além disso, não se pode esquecer da preservação do meio ambiente.

As fibras naturais também apresentam uma densidade mais baixa do que as fibras sintéticas, como a fibra de vidro (SANTOS *et al.*, 2015). Neste trabalho foram realizados testes para se obter o valor específico da densidade de cada fibra utilizada nos ensaios, para poder comparar com as fibras sintéticas normalmente usadas nos compósitos.

Vale lembrar que existe uma relação entre o peso da matéria e a densidade da mesma. Na verdade não é uma relação direta, mas a densidade interfere na massa, que por sua vez interfere no peso de um corpo ou material (ABRÃO, 2006). É importante relembrar esse conceito, pois o peso é um fator de extrema importância na escolha de um material para qualquer utilização, principalmente em veículos, devido à inércia para colocá-los ou retirá-los de movimento. Um exemplo seria o metal utilizado para construção de foguetes espaciais. Além de serem resistentes, eles precisam ser o mais leve possível para poupar combustível na hora da decolagem.

Ambas as fibras escolhidas para realizar esse estudo (buriti e bananeira) atendem às características citadas anteriormente. Porém, cada uma delas possui particularidades próprias.

A bananeira é capaz de fornecer três tipos de fibras de seu caule. Essas fibras são provenientes das camadas que formam o tronco da planta e se classificam como fibra externa e interna. A fibra interna recebe o nome de renda, devido seu aspecto lembrar esse tipo de tecido (BORGES *et al.*, 2015). Neste estudo, a “renda” foi o tipo de fibra utilizado.

Pode-se observar que o maior teor de umidade da planta se encontra no interior das camadas que formam o tronco. Sendo assim, pode-se afirmar que a fibra interna ou renda possui um teor de umidade superior ao das fibras externas (ALBINANTE, *et al.*, 2011).

O buriti é uma planta de grande porte, podendo chegar a 40 m de altura na fase adulta. Cada palmeira produz cerca de 20 folhas em sua copa. Essas folhas podem alcançar uma média de 2,5 m de largura e 4 m de comprimento (AFONSO, [200-?]). Como a fibra usada

para este trabalho é proveniente da folha, pode-se afirmar que existe um grande potencial de produção em uma única palmeira.

A fibra anteriormente citada também recebe um nome particular como a de bananeira. Neste caso, o material é denominado seda (BORGES e PEREIRA, 2016). A explicação se encontra no aspecto da fibra, que se assemelha ao tecido do mesmo nome. De acordo com os testes realizados previamente por Borges (2016), a seda é bastante fina e possui coloração amarelada. Seu aspecto é bastante frágil, o que é verdade se a mesma não for seca e trabalhada para uso, pois a humidade prejudica a resistência da fibra. Porém, não existe um teor de umidade tão expressivo como ocorre na bananeira.

Outro conceito que deve ser apresentado é o do tipo de teste que foi realizado, no caso o ensaio de tração. Ele consiste na aplicação de uma força axial crescente em um corpo de prova até que ele se rompa (BOYS, 2013). Esse é um tipo de ensaio mecânico destrutivo, pois o corpo de prova não consegue voltar ao seu estado original. Por meio dele, é possível obter dados sobre as características mecânicas do material, como a resistência à tração, o limite de ruptura, o alongamento percentual e o coeficiente de estrição (BOYS, 2013).

Dessa forma, é correto afirmar que todos os conceitos básicos necessários para a compreensão dos testes realizados foram apresentados, de forma que o entendimento do desenvolvimento experimental deste trabalho e seus resultados devem ser de compreensão de todos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras utilizadas neste estudo foram retiradas de forma artesanal, ou seja, sem o uso de materiais químicos nem qualquer tipo de maquinário. A única exceção foi o uso de uma faca simples e afiada para auxiliar na separação da fibra de suas plantas de origem. O processo foi o mesmo para as fibras de buriti e de bananeira.

No caso das fibras de bananeira, também foi feita uma análise do tempo de secagem e da temperatura de secagem em um forno. Antes de trançar as fibras, a secagem da mesma em uma temperatura de 55°C ou 75°C foi efetuada, na qual o tempo variou de 30 minutos à 1 hora.

O teste de secagem no forno foi realizado, pois a fibra de bananeira possuía uma alta taxa de humidade, ou seja, a fibra se encontrava encharcada, mesmo em estado natural. Essa

característica dificultava a execução do teste e a análise da fibra. Não havia necessidade de repetir o ensaio nas fibras de buriti, pois as mesmas não eram tão úmidas quanto as de bananeira. O forno utilizado no processo de secagem está localizado no laboratório de ensaios mecânicos da Faculdade de Engenharia Mecânica da UniRV (Universidade de Rio Verde).

Cada fibra, tanto a de bananeira como a de buriti, teve dois corpos de prova, que foram secados com exposição ao sol. Após a secagem, as fibras foram trançadas de forma simples, ou seja, com apenas três pernas (Figura 3). As tranças foram arrematadas nas pontas com nó.

FIGURA 3 - (A) Trança da fibra de bananeira; (B) Trança da fibra de buriti



Fonte: Daiana de Oliveira Borges, 2015.

Com o resultado final dos testes de cada fibra, observou-se que a fibra de buriti teve um desempenho melhor do que a da fibra de bananeira. Assim, um novo teste de tração foi feito na fibra de buriti, mas sem que a fibra estivesse trançada (Figura 4A).

Para esse novo ensaio, a fibra foi colocada na máquina de tração em estado natural, ou seja, sem ser trançada. A execução e o conceito do teste, além dos parâmetros de avaliação, foram os mesmos aplicados nos demais testes. Este segundo ensaio foi realizado com o objetivo de se descobrir se a trança era capaz de influenciar na resistência à ruptura do material.

Não foi possível realizar a mesma avaliação com fibra de bananeira, pois a mesma possui uma forma entremeada, que por si só apresenta características de uma trança (Figura 4B). Para fazer o teste com os mesmos parâmetros de comparação, seria necessário o desmembramento da fibra, fato que a deixa muito frágil, inviabilizando o ensaio.

FIGURA 4 - (A) Fibra de buriti sem trançar; (B) Fibra de bananeira sem trançar



Fonte: Daiana de Oliveira Borges, 2016.

Os testes de tração foram realizados no Laboratório de Ensaio Mecânico da Faculdade de Engenharia Mecânica da UniRV (Universidade de Rio Verde). Os corpos de prova foram fixados na máquina de tração do modelo BME-20KN da marca Oswaldo Filizola (Figura 5) para a obtenção dos limites de resistência de ruptura de cada amostra em seu estado natural.

FIGURA 5 - Máquina de Ensaio de Tração



Fonte: www.oswaldofilizola.com (2016).

Foram realizados testes para encontrar o valor da densidade de cada tipo de fibra. Para isso, uma amostra de cada tipo de fibra foi triturada e compactada em um recipiente de volume pré-definido. Posteriormente, esse recipiente foi pesado em uma balança de precisão, no qual foi encontrado o valor de sua massa. A partir daí, realizaram cálculos para chegar à densidade.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os primeiros testes realizados foram os de secagem da fibra de bananeira e, posteriormente, os ensaios de resistência à ruptura. Os resultados desses experimentos são demonstrados na Tabela 1.

TABELA 1 - Limite de resistência à tração da fibra de Bananeira com influência do tempo e temperatura

Réplica	TEMPO	TEMPERATURA	Resistências	Resistência
	Min	°C	MPa	Média (Mpa)
1	30	55	5,55	4,35
2	30	55	3,15	
3	30	75	4,98	4,39
4	30	75	3,80	
5	60	55	3,56	3,28
6	60	55	3,00	
7	60	75	3,54	4,2
8	60	75	4,86	

Fonte: Daiana de Oliveira Borges, 2015.

A discrepância dos valores apresentados na tabela 1 são causadas pela diferença de área de cada corpo de prova. Uma vez que a resistência a força esta ligada diretamente a área, pode-se afirmar que quanto maior a área maior será a resistência do material.

Após obtermos os valores de resistência da fibra de bananeira secada no forno, foi feito uma análise estatística onde foram avaliados todos os fatores de tempo e temperatura e suas combinações. Os fatores analisados estão citados abaixo.

- H_{0A} : o tempo de secagem não influência na resistência das fibras;
- H_{1A} : o tempo de secagem influência na resistência das fibras;

- H_{0B} : a temperatura de secagem não influencia na resistência das fibras;
- H_{1B} : a temperatura de secagem influencia na resistência das fibras;
- H_{0AB} : a interação entre o tempo e a temperatura de secagem não influencia na resistência das fibras.
- H_{1AB} : a interação entre o tempo e a temperatura de secagem influencia na resistência das fibras.

A tabela 2 mostra os resultados para uma análise com nível de significância de 5%. O resultado final mostra se houve influência do fator avaliado.

TABELA 2 - Análise de variância para o modelo de efeitos fixos com dois critérios de classificação

Análise de variância						
Variável	SQ	ϕ	MQ	Focal	Fotab	Resultado
A	0,794	1	0,7938	0,69	7,71	Não Influencia
B	0,461	1	0,4608	0,40	7,71	Não influencia
AB	0,387	1	0,3872	0,34	7,71	Não Influencia
Erro	4,604	4	1,15105			
Total	6,246	7				

Como pode-se observar, nenhum dos fatores apresentaram um nível de significância considerável. Os valores reais de cada análise está citado abaixo. Observe que o efeito do tempo de secagem prejudicou a resistência, já que seu resultado foi negativo. Os demais valores pouco acrescentaram.

- Efeito de A = -0,63 Mpa
- Efeito de B = 0,48 Mpa
- Efeito de AB = 0,44 Mpa

Os resultados obtidos dos ensaios de secagem ao forno da fibra de bananeira não se mostraram satisfatórios, pois as amostras ficaram muito ressecadas, comprometendo sua resistência à tração. Conforme se aumentava o tempo e a temperatura de secagem, mais a fibra ficava ressecada e quebradiça. Especula-se que a fibra tenha sofrido um processo de cozimento durante o processo, já que o corpo de prova possuía umidade suficiente para isso.

Em sequência, foram feitos os testes de tração com as fibras de buriti e de bananeira secadas ao sol. A partir dos resultados individuais, foi feita uma média dos valores, para que assim fosse mais clara a análise de comparação. As Tabelas 3 e 4 representam os valores individuais das amostras e a média dos resultados.

TABELA 3 - Limite de resistência à tração da fibra de Buriti em secagem ao sol

Fibra de Buriti	Limite de Ruptura (Mpa)
Amostra 1	27,56
Amostra 2	53,31
Média das amostras	40,44

Fonte: Daiana de Oliveira Borges, 2016.

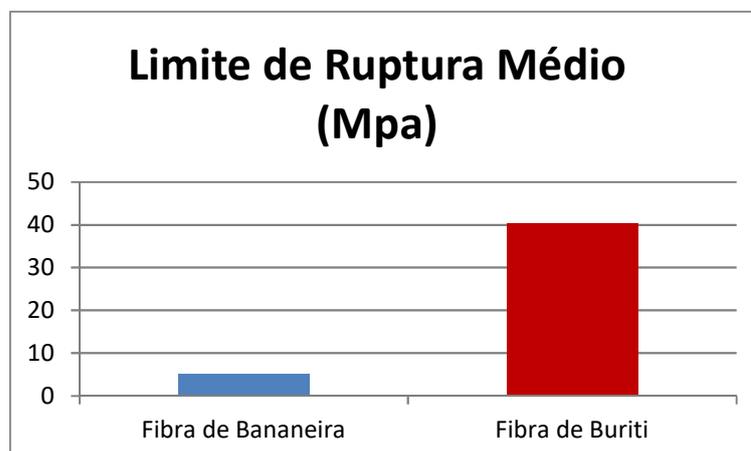
TABELA 4 - Limite de resistência à tração da fibra de Bananeira em secagem ao sol

Fibra de Bananeira	Limite de Ruptura (Mpa)
Amostra 1	3,29
Amostra 2	6,83
Média das amostras	5,06

Fonte: Daiana de Oliveira Borges, 2015.

A Figura 6 mostra o gráfico comparativo do limite de ruptura médio entre as duas fibras estudadas. Pode-se observar que a fibra de buriti teve um resultado médio muito superior ao da fibra de bananeira (em média 8 vezes maior).

FIGURA 6 - Gráfico comparativo do limite médio de ruptura da fibra de buriti e bananeira



Fonte: Daiana de Oliveira Borges, 2016.

Uma vez que os resultados da fibra de buriti foram tão superiores, surgiu a dúvida com relação à influência que a trança era capaz de exercer na resistência da fibra. Como já foi dito, a fibra de bananeira se mostrou inviável para o ensaio sem tranças. Assim, tem-se os resultados apenas dos testes realizados com a fibra de buriti. A Tabela 5 mostra os resultados obtidos no teste descrito acima.

TABELA 5 - Limite de resistência à tração da fibra de Buriti sem tranças

Fibra de Buriti	Limite de Ruptura (Mpa)
Amostra 1	87
Amostra 2	125,9
Média das amostras	106,45

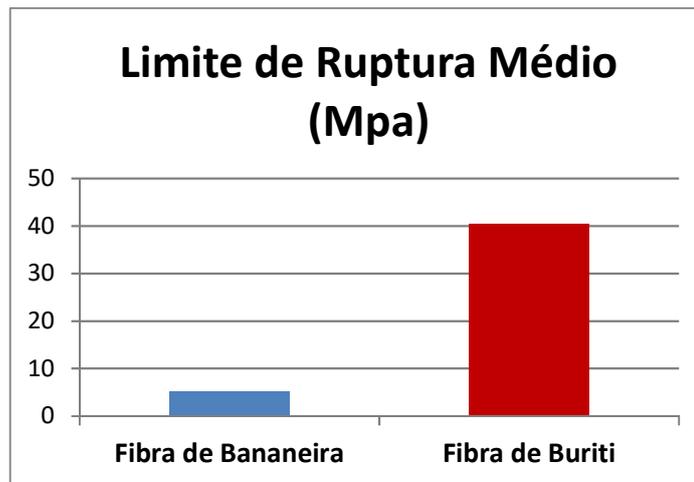
Fonte: Daiana de Oliveira Borges, 2016.

Como é possível observar na Tabela 5, o resultado médio de resistência à ruptura da fibra de buriti, sem ser trançada, é quase três vezes superior à média com a trança. Supõe-se que a trança pode estar causando um efeito de corte quando a amostra é tracionada. Como se usa a fibra na fabricação de compósito na forma sem trança, os testes mostraram que esta forma foi bastante satisfatória.

Vale lembrar que a amostra da fibra de bananeira utilizada na análise de comparação final foi a que secou em temperatura ambiente e com exposição ao sol. Já a da fibra de buriti, foram consideradas as amostras dos testes de tração com trança. Os demais valores apresentados são apenas para conhecimento geral.

Os valores da densidade da fibra de bananeira e de buriti são, respectivamente, 1,5 g/cm³ e 0,19 g/cm³. A densidade é um influente direto no peso do material. Algumas aplicações exigem que sejam utilizados materiais leves, por exemplo, um avião ou um ônibus espacial. Isso faz com que a fibra de buriti tenha mais uma vantagem para ser usada como matéria de reforço.

Para provar essa viabilidade, pode-se comparar o limite de resistência da fibra de buriti com o alumínio puro recozido, que possui um limite de aproximadamente 48 Mpa (PROPRIEDADES, 2011). A figura 7 faz um comparativo entre a resistência do alumínio e a fibra de buriti.

FIGURA 7 - Gráfico comparativo do limite médio de ruptura da fibra de buriti e bananeira

4 CONCLUSÃO

Analisando os resultados apresentados, pode-se concluir que a fibra de buriti possui um maior limite de resistência à ruptura do que a fibra de bananeira. Também é possível afirmar que o fato de se trançar a fibra prejudica o seu desempenho.

Para uma conclusão mais clara, pode-se dizer que a fibra de buriti é mais indicada para as aplicações que requerem um bom limite de ruptura, e que para aprimorar ainda mais esse limite, aconselha-se o uso da fibra sem ser trançada.

O fato da fibra de buriti ter um desempenho ainda maior sem ser trançada a torna ainda mais qualificada para a criação de um material composto, pois o seu manejo se torna mais prático.

Do ponto de vista técnico, pode-se afirmar que o uso de fibras naturais como reforço para materiais compostos é viável sim, pois a fibra de buriti apresentou características significativas que são de grande importância na hora de se escolher o material de reforço do compósito.

ANALYSIS OF RESISTANCE TO BREACH OF FIBRE BURITI AND BANANA

ABSTRACT

This study aimed to compare the strength of buriti fibers and banana in nature. This study is due to the importance of generating sustainable alternatives on the resources currently used. The creation of compounds with natural fiber materials has been of great importance for the sustainability Question because these less aggressive the environment. The extraction of each fiber was made by hand and the drying process was free exposure to the sun. After drying simple braids were made and forwarded to the tensile test to obtain the resistance of each one in its natural state with and without braids. In banana fiber case it was also analyzed the type of drying to verify that influence the strength of it. the oven dryings were made, with different times and temperatures, in addition to natural air-drying. Tests have shown that drying oven resected fibers reducing their resistance when compared to air drying. Furthermore, it carried out a simple experiment to find the value of the density of each of these fibers. This test was done with samples crushed and compacted in a container, which in turn was weighed to find the weight of the fibers and using a mathematical relationship was found the value of each density. Whilst performing the tests was superior resistance to limit the disruption of buriti fiber compared to banana fiber.

Keywords: Statistical analysis. Tensile test. Vegetable fibers.

REFERÊNCIAS

- ABRÃO, M. S. UOL Educação. **Densidade**: densidade é uma relação entre massa e volume, 2006. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/disciplinas/ciencias/densidade-densidade-e-uma-relacao-entre-massa-e-volume.htm>>. Acesso em: 08 mai 2016.
- AFONSO, S. R. Universidade de Brasília. **A cadeia produtiva do buriti**, Brasília, 200-? 1-13.
- ALBINANTE, S. R. et al. Congresso brasileiro de polímeros. **Caracterização química e física das fibras de bananeira dos tipos d'água e prata**, Campos do Jordão, 16 out 2011. 2382-2387.
- BALZER, P. S. et al. Ciência e tecnologia. **Estudo das Propriedades Mecânicas de um Composto de PVC**, Joinville, 2007. 1-4.
- BANNA, W. R. et al. Cobenge. **Fibras de bananeira como material de engenharia**, Blumenau, 2011.
- BORGES, D. D. O. et al. CICURV. **Influência do tempo e da temperatura de secagem sobre a resistência da fibra da bananeira**, Rio Verde, Junho 2015. 323-328.
- BORGES, D. O.; PEREIRA, W. A. CICURV. **Comparação de resistência à ruptura entre a fibra de bananeira e a de buriti**, Rio Verde, Junho 2016. 367-371.
- BOYS, M. Infosolda. **Ensaio mecânico**: tração, 2013. Disponível em: <<http://www.infosolda.com.br/biblioteca-digital/livros-senai/ensaios-nao-destrutivos-e-mecanicos/209-ensaio-mecanico-tracao.html>>. Acesso em: 26 abril 2016.
- FREITAS, D. Fibrenamics. **Fibras naturais**, 2016. Disponível em: <<http://www.web.fibrenamics.com/pt/conhecimento/as-fibras/fibras-naturais/>>. Acesso em: 26 abril 2016.
- MARINELLI, A. L.; MONTEIRO, M. R.; AMBRÓSIO, J. D. Ciência e tecnologia. **Desenvolvimento de Compósitos Poliméricos com Fibras Vegetais Naturais da Biodiversidade: Uma Contribuição**, São Carlos, 2008. 92-99.
- MONTERO, S. N. et al. Matéria. **Tenacidade ao Entalhe por Impacto Charpy de Compósitos de Poliéster Reforçados com Fibras de Piaçava**, São Paulo, 2006. 2204-210.
- PROPRIEDADES, M. Associação brasileira do alumínio. **ABAL**, 2011. Disponível em: <<http://www.abal.org.br>>. Acesso em: 22 outubro 2016.
- SANTOS, H. O. et al. Cadernos UniFOA. **Avaliações das propriedades mecânicas dos compósitos de PEBD reforçados com fibras do bagaço da cana-de-açúcar**, Volta Redondo, ago 2015. 41-49.
- SEMEDO, R. J. C. G.; BARBOSA, R. I. Acta Amazonica. **Árvores frutíferas nos quintais urbanos de Boa Vista, Roraima, Amazônia brasileira**, Boa Vista, 2007. 407-504.