

## **USO SUSTENTÁVEL DA PALMEIRA DE MIRITI COMO MATÉRIA PRIMA E FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO/APRENDIZAGEM EM DISCIPLINA DE USINAGEM NA ENGENHARIA MECÂNICA**

Thomaz Osmane dos Santos Rocha – thosmane@bol.com.br  
Igor dos Santos Gomes – igorgomes-@live.com  
Douglas Santos Silva – dougsantosilva@gmail.com  
Patrick Alves Honorato – honoratopatrick089@outlook.com  
Ingrid Saraiva da Silva – ingridsaraiva28@hotmail.com  
Jonatas de Sousa Andrade - centrintegradocaesjs@outlook.com  
Francisco Xavier Lima da Silva – fxavirlima@gmail.com  
Roberto Tetsuo Fujiyama – fujiyama.ufpa@gmail.com  
Instituto de Tecnologia - ITEC, Faculdade de Engenharia Mecânica – FEM Rua Augusto Corrêa – n01 66075-110 – Belém – Pará

**Resumo:** *Este artigo propõe como alternativa no ensino da disciplina de usinagem em cursos de engenharia mecânica, o uso sustentável do miriti como matéria prima na confecção de material didático. Este tema tem importância em um tempo que fatores como custo e dificuldades materiais e logísticas nas instituições acadêmicas são uma realidade. O artigo mostra como se dá a substituição do material tradicionalmente empregado pelo uso de material natural em sala de aula para o aprendizado dos ângulos aplicados no setup de ferramentas de corte utilizadas em usinagem mecânica e aborda os vários aspectos envolvidos no processo de aplicação desta metodologia como: forma disponível do material no mercado, a confecção da ferramenta didática, facilidade de seu manuseio pelos alunos e resultados em aula.*

**Palavras-chave:** *Miriti. Ferramentas de corte. Usinagem. Ensino. Ângulos de Corte*

### **1 INTRODUÇÃO**

A usinagem é um dos métodos de fabricação mais empregados na indústria, sendo sua compreensão no ensino da Engenharia Mecânica de extrema importância. Dentre as diversas operações de usinagem, o torneamento é uma das principais e neste processo a ferramenta de corte é de extrema importância e dentre as suas características se destacam a geometria e o material de sua construção. No entanto, na seleção de uma ferramenta de corte é necessário levar em consideração a natureza do material a ser usinado, tipo de operação, condições, entre outros, o que pode tornar custoso não só o processo, mas a própria ferramenta de corte. O estado do Pará possui diversas manifestações culturais, entre as quais, destaca-se a produção artesanal de peças, utilizando como matéria-prima o miriti, extraído da palmeira que leva este nome. Dessa palmeira, são confeccionados os brinquedos de miriti, esta atividade é fonte de renda de parte da população ribeirinha do estado e, no município de Abaetetuba, foram tombados como patrimônio Histórico Cultural de origem Imaterial do município pela instauração da Lei Estadual 7433 de 30 de junho de 2010.

Considerando a dificuldade de aquisição de ferramenta convencionais de corte, fabricadas em materiais metálicos, em disponibilidade para todos os alunos, e considerando a importância do ensino na engenharia mecânica do processo de usinagem e mais especificamente o da tecnologia do corte, este trabalho tem como objetivo mostrar a fabricação de uma ferramenta de corte didática, confeccionada a partir de recurso natural renovável, o miriti.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O processo de usinagem

A usinagem é um dos métodos de fabricação mais empregados e segundo Ferraresi (1977) é definida como um processo complexo e simples ao mesmo tempo, no qual se produzem peças removendo o excesso de material na forma de cavaco.

O corte de materiais é imprevisível devido às muitas variáveis contidas no processo, como tipo de material, ferramenta empregada, tipo de corte, velocidade entre muitos outros, porém, a usinagem deve ser estudada de forma a diminuir estas imprevisibilidades. (DINIZ; MARCONDES; COPPINI, 2013).

Dentre as diversas operações de usinagem, de acordo com Machado et al. (2011), o torneamento é uma das principais e neste processo a ferramenta de corte é de extrema importância e dentre as suas características se destacam a geometria e o material de sua construção, a partir das quais diversos resultados podem ser afetados, como a vida útil da ferramenta, produtividade e a qualidade da peça usinada (LUCAS FILHO, 2014).

### 2.2 Ferramenta de corte

Aços Carbonos e Aços Ligados, eram os principais materiais utilizados nos primórdios da usinagem, com o desenvolvimento de materiais mais resistentes foram sendo substituídos. Os Aços Rápidos são considerados como o primeiro material com impacto significativo para a construção de ferramentas de corte, pois a sua velocidade de corte pode superar em dez vezes os Aços Carbonos e Aços Ligados (SOUZA, 2011).

Na Figura 1 são mostradas algumas ferramentas de cortes utilizadas no processo de torneamento, com destaque para o bite e para o bedame, fabricados em aço carbono, aço ligado, aços rápidos, ligas fundidas e de metal duro.

A ferramenta de corte deve possuir diversas propriedades diferentes com o objetivo de atender as solicitações de corte, porém nenhuma das ferramentas disponíveis no mercado atendem a todas as propriedades necessárias no processo de usinagem, devendo então existir uma seleção específica para cada operação com determinado material (LUCAS FILHO, 2004; MACHADO et al., 2011).

Machado et al. (2011) adotam algumas definições acerca da geometria da ferramenta de usinagem para a determinação do ângulo da cunha cortante:

Superfície de saída ( $A\gamma$ ) - define-se como a superfície da cunha de corte sobre a qual o cavaco se move.

Figura 1 - Ferramenta de corte convencional, bite e bedame.

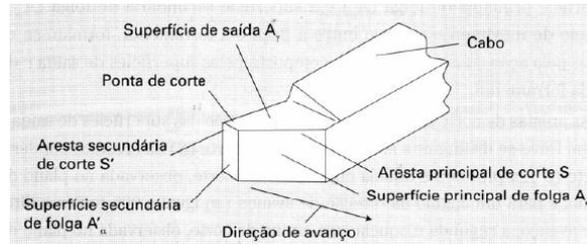


Fonte: Mandufer (2018).

Superfície de folga - compreende-se como a superfície que determina a folga entre a ferramenta e a superfície de usinagem. Nota-se superfície de folga principal como  $A\alpha$  e a superfície de folga secundária como  $A\alpha'$ .

Na Figura 2 pode-se verificar a os elementos da cunha cortante para uma ferramenta qual quer.

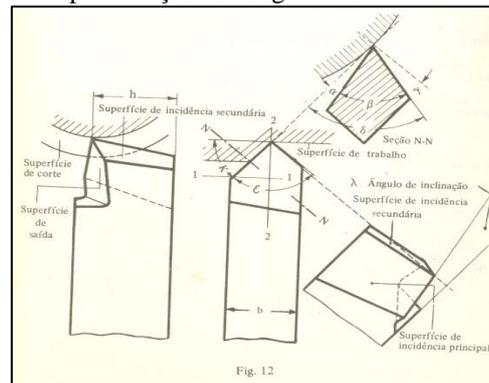
Figura 2 - Elementos da cunha de corte de uma ferramenta de tornear.



Fonte: Machado et al. (2011).

Além disso, os elementos representados na Figura 2 possuem determinados ângulos, os quais caracterizam a ferramenta de corte. Estes ângulos são mostrados na Figura 3.

Figura 3 - Representação dos ângulos da ferramenta de corte.



Fonte: Vieira (2018)

Os ângulos de corte da ferramenta representados na Figura 3 são:

- $\alpha$  – ângulo de incidência ou de folga;
- $\beta$  – ângulo do fio, do gume ou da cunha;
- $\gamma$  – ângulo de saída ou de ataque;
- $\delta$  – ângulo de corte;
- $k$  – ângulo de orientação ou de posição, ou de rendimento;
- $\epsilon$  – ângulo da ponta ou de perfil;
- $\lambda$  – ângulo de inclinação.

### 2.3 Recurso natural usado na educação

A produção de artefatos para o uso doméstico é uma prática milenar, herdada da população ameríndia que habitava a região amazônica, antes da colonização europeia. A necessidade de produzir objetos para serem usados em diferentes atividades foi determinante para que as populações indígenas desenvolvessem técnicas de manufatura de uma diversidade de artefatos, tanto para auxílio na caça e na pesca quanto para uso doméstico (OLIVEIRA et al., 1991; SAHAGÚN e CORDEX, 2000; LEONI e MARQUES, 2008).

Na Amazônia, cujos habitantes mantêm uma forte relação de dependência com os recursos naturais, existe grande variedade de matérias-primas utilizadas na confecção

artesanal, que em sua maioria, são fibras provenientes de palmeiras, comum das florestas de várzea da região amazônica, tais como Palmeira do Ubuçú (*Manicaria saccifera*), Palmeira Jupati (*Raphia vinifera P. Beauv*), Palmeira do Miriti (*Mauritia flexuosa L. f.*) e Palmeira do Açáí (*Euterpe oleracea*).

### **O miriti**

Dentre as várias palmeiras encontradas no estuário amazônico e exploradas pelas populações locais pelo fato de apresentarem múltiplos usos que satisfazem suas necessidades de subsistência, destaca-se o miriti (*Mauritia flexuosa L.f*), mostrada na Figura 4. Esta se trata de uma palmeira que marca a paisagem do estuário pela exuberância e pelo seu grande porte, podendo chegar até 30 m de altura, se sobressaindo na vegetação, formando o dossel da floresta (CAVALCANTE, 1996).

Figura 4 - Palmeira do miriti (*Mauritia flexuosa*).



Fonte: Machado (2011)



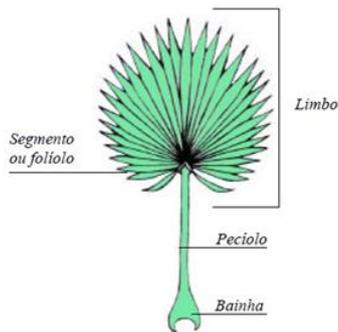
Fonte: Machado (2011)

Pode ser dioica ou polígamo-dioica, sendo encontrada naturalmente em várias formações vegetais, preferindo áreas alagadas, onde forma extensos agrupamentos denominados miritizais ou buritizais. Está distribuída em toda a região amazônica e, no Brasil, e particularmente frequente nas baixadas úmidas de áreas de cerrado do país (NASCIMENTO, 2010).

Esta palmeira folhas palmadas, como representado na Figura 5(a), sustentadas por longos pecíolos, de bainhas robustas, com recortes profundos. Na extremidade do pecíolo tem-se o limbo, o qual é formado pelo folíolo.

A *Mauritia flexuosa* é uma palmeira de destaque na cultura do Estado do Pará, não só por seu emprego na alimentação, construção de casas, mas por sua utilização na confecção de utensílios de trabalho e artesanato, mostrados na Figura 5(b), uma vez que os pecíolos são amplamente explorados para a produção de cestarias e brinquedos, confeccionados pelos artesãos e admirados por sua beleza e originalidade (DIAS et al., 2013; MACEDO, 2016). Os brinquedos, por exemplo, fabricados por artesãos da cidade de Abaetetuba, são comumente comercializados durante a festividade do Círio, em Belém.

Figura 5 – (a) Folha palmada da *Mauritia flexuosa* e (b) artefatos confeccionados a partir do pecíolo do miriti.



(a)

Fonte: Machado et al. (2011)



(b)

Fonte: Peres (2018)

### *O uso do miriti como alternativa ao ensino da tecnologia do corte*

No contexto da seleção de uma ferramenta de corte, Gonçalves (2011) relata que se deve levar em consideração os fatores da natureza do material a ser usinado, tipo de operação, condições e modelo da máquina, forma e dimensões da ferramenta, emprego de lubrificação ou refrigeração e demais condições de usinagem, o que torna custoso não só o processo, mas a própria ferramenta de corte.

Dessa maneira, devido a dificuldade de aquisição de ferramenta de corte fabricada em aço-carbono, aço rápido, ligas fundidas e/ou metais duros de modo geral, em disponibilidade para todos os alunos, e considerando a importância do ensino na engenharia mecânica do processo de usinagem e mais especificamente o da tecnologia do corte, há a alternativa de utilização de material de fonte renovável que supra este empecilho, sendo este o miriti.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Materiais

Neste trabalho foi utilizado o pecíolo do miriti, o qual é mostrado na Figura 6. Este material é de baixo custo, sendo facilmente encontrado nos mercados que trabalham com artesanato, na Região Metropolitana de Belém.

Figura 6 - (a) Pecíolos do miriti, como é comercializado; (b) Miriti cortado.



(a)

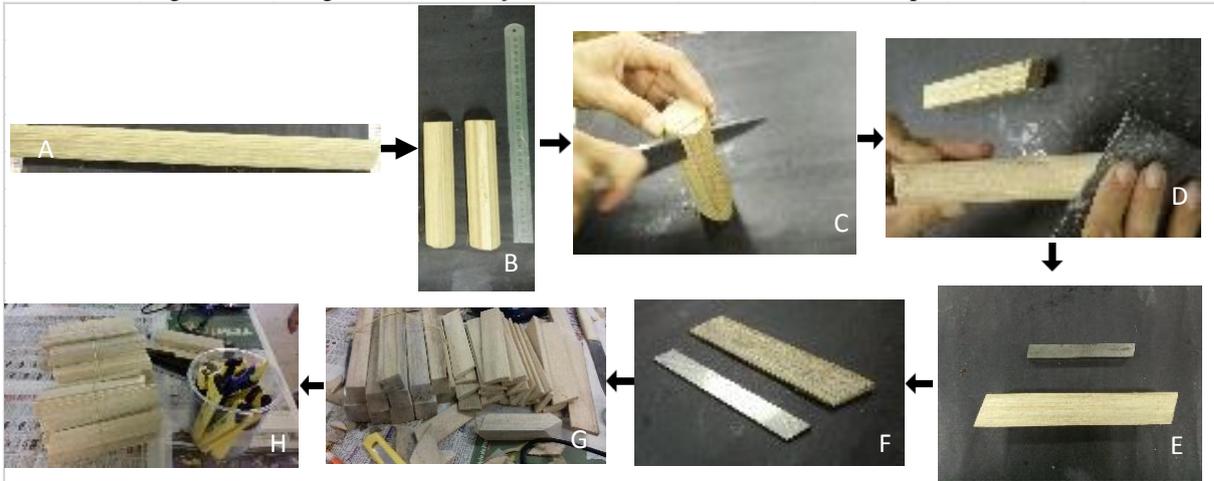


(b)

### 3.2 Métodos

A metodologia de fabricação das ferramentas de corte a serem utilizadas no ensino da tecnologia do corte para alunos de graduação em Engenharia Mecânica é mostrada no fluxograma da Figura 7.

Figura 7 - Fluxograma de confecção de ferramenta didáticas de corte a partir do miriti.



Tal como representado na Figura 7, em A) é mostrado o pecíolo do miriti como encontrado no mercado. Em B) tem-se o miriti já cortado em escala adequada para sua melhor visualização. Já em C) e D) são executados os cortes que definem a seção e o ângulos de folga das extremidades da ferramenta didática, caracterizando-a como uma ferramenta íntegra. Desse modo, em E) e F) temos a comparação da ferramenta didática com as ferramentas metálicas, bite e bedame, respectivamente.

Foram confeccionadas ferramentas didáticas suficientes para o número de alunos em cada atividade de aula. Estas ferramentas são mostradas em G) e H).

#### 4 RESULTADOS

As ferramentas didáticas de corte foram confeccionadas semelhante às ferramentas convencionais, de materiais metálicos, onde é possível observar com precisão os principais ângulos, como o de folga, ângulo do perfil, o ângulo de saída do cavaco. Estes e outros ângulos são melhor apresentados nas Figuras 8 e 9, onde se tem a comparação da ferramenta de corte convencional e a ferramenta didática.

Figura 8 - Comparativo entre as ferramentas convencionais de corte e as didáticas, (a) bite (b) bedame e (c) bite com ângulos.

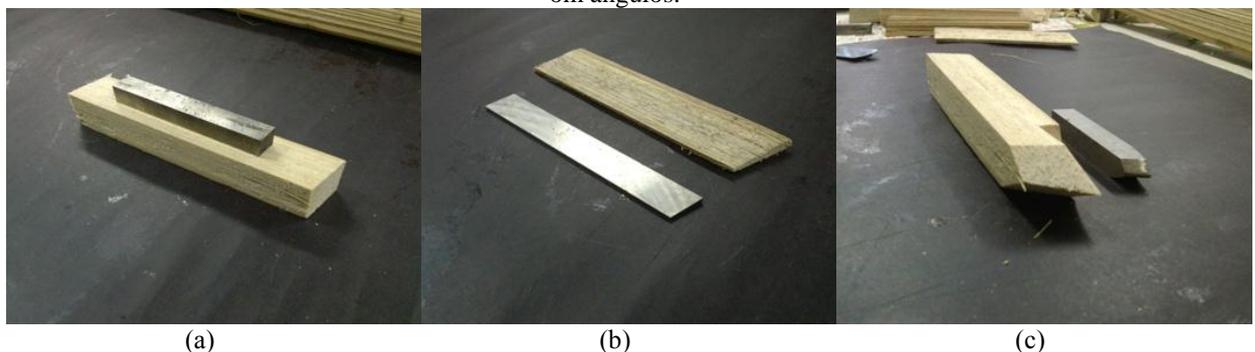
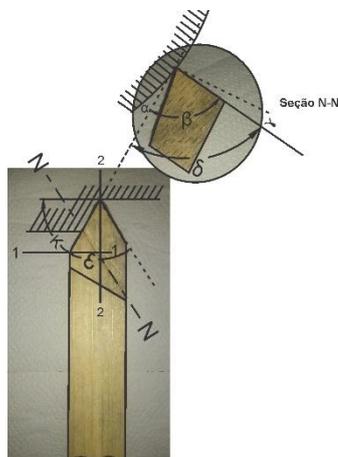


Figura 9 - Desenho representativo dos ângulos de corte sobrepostos em imagem de uma ferramenta didática de miriti



Com isso, além de permitir a redução dos custos a partir da utilização de recurso natural renovável na educação, foi possível que durante as aulas e as atividades práticas em laboratório, como mostrados na Figura 10, os próprios alunos confeccionaram as ferramentas de corte de miriti com os seus devidos ângulos, facilitando, dessa maneira, a sua compreensão da tecnologia do corte.

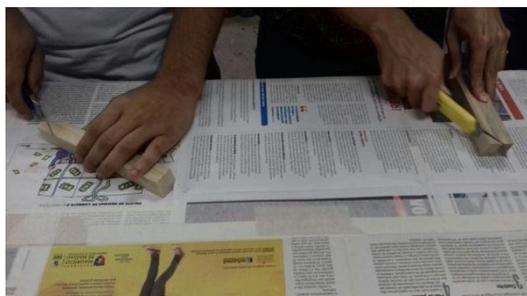
Figura 10 – Atividade prática de aula em laboratório.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

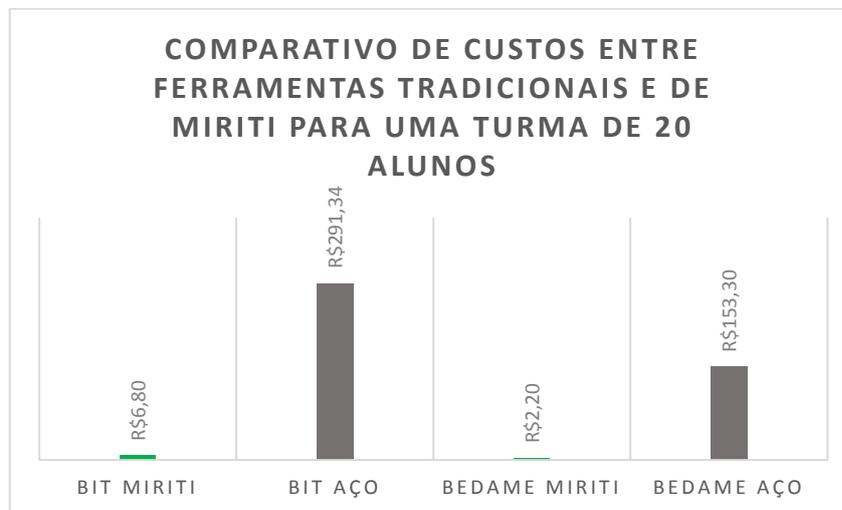


(f)

O comparativo em custos é mostrado no gráfico da Figura 11. O valor médio de uma ferramenta tipo bite em material convencional de aço rápido em dimensão inferior à confeccionada com miriti foi de R\$ 41,62 e o bedame é comercializado por R\$ 21,90, enquanto que uma unidade – pecíolo - comercial do miriti é encontrada no comércio de Belém-Pa pelo valor de R\$ 2,00

Do pecíolo do miriti se confecciona 6 unidades do bite ou três vezes este número de bedame, ao custo unitário de R\$ 0,34 e R\$ 0,11, respectivamente. Uma turma de 20 alunos usa 1 bite e 1 bedame de material tradicional para cada 3 alunos. Já com o uso da ferramenta didática de miriti é utilizado a razão de 1 bite e 1 bedame didáticos de miriti para cada aluno.

Figura 11 - Gráfico comparativo de custos entre material tradicional e o natural de miriti em uma turma de vinte alunos



Fonte: Autor

Como mostrado no gráfico da Figura 11, a utilização do miriti como ferramenta didática no ensino da tecnologia do corte leva a uma economia de cerca de R\$ 280,00 para o uso do bite e cerca de R\$ 151,00 para o uso do bedame por aula.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a falta de recursos disponíveis nas universidades que possam atender de modo eficiente as necessidades de ensino e possibilitar a devida aprendizagem dos alunos de engenharia mecânica, a utilização do miriti é uma alternativa didática viável, não só por se tratar de um recurso natural ecologicamente correto, abundante na Região Amazônica, ter baixa massa específica e apresentar baixo custo na aquisição comparado aos materiais

convencionais usados nas ferramentas de corte, mas também por proporcionar a fácil percepção dos ângulos de corte, além do manuseio e maior interação dos alunos com a ferramenta de forma individualizada, além de boa visualização e compreensão espacial da interação dos principais ângulos necessários ao processo de usinagem em torno mecânico.

## REFERÊNCIAS

CALLISTER, W. D. **Ciência e engenharia de materiais: Uma introdução**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 589p.

CAVALCANTE, P.B. 1996. **Edible fruits of the Amazon**. Museu Paraense Emílio Goeldi, 6 a Ed. Belem. 279 pp (in Portuguese).

DINIZ, A. E.; MARCONDES, F. C.; COPPINI, N. L. **Tecnologia da Usinagem dos Materiais**. 8. ed. São Paulo: Art Liber, 2013. 272 p.

FERRARESI, D. **Fundamentos da usinagem dos metais**. São Paulo: Edgard Blucher, p. 796, 1977.

GONÇALVES, M. T. T.; RUFFINO, R. T. **Mecanismo de formação do cavaco na usinagem da madeira**. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 3., 2011, São Carlos. Anais... São Carlos: EBRAMEN, 2011. 1 CD-ROM.

HENDERSON, A.; Galeano, G.; Bernal, R. 1995. **A field guide to the palms of the Americas**. Princeton University Press, New Jersey. 498 pp.

LEONI, J.; MARQUES, T.. **Conhecimento de artesãos sobre as plantas utilizadas na produção de artefatos** – Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã – AM. Uakari, v. 4, n. 2, p. 67-77, 2008.

LUCAS FILHO, F. C. **Análise da usinagem de madeira visando a melhoria de processos em indústrias de móveis**. 2004. 176f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MACHADO, A. R.; ABRÃO, A. M.; COELHO, R. T.; SILVA, M. C. **Teoria da usinagem dos materiais**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011. 297p.

NASCIMENTO, A.R.T. 2010. **Richness and ethnobotany of palms in kraho indigenous territory, Tocantins, Brazil**. Floresta, 40: 209-220 (in Portuguese).

MANDUFER, Ferramentas e Acessórios. Disponível em: [https://www.google.com/search?biw=1366&bih=637&tbm=isch&sa=1&ei=sHj4Wu6ZYOYiswgSVzIXoBw&q=bit+e+bedamen&oq=bit+e+bedamen&gs\\_l=img..3...659122.662145.0.662628.13.13.0.0.0.301.1753.0j8j1j1.10.0...0...1c.1.64.img..3.5.790...0j35i39k1j0i67k1j0i10k1j0i30k1j0i24k1j0i10i24k1.0.yJte5HDFN4o#imgrc=2QI628FZFH03-M:](https://www.google.com/search?biw=1366&bih=637&tbm=isch&sa=1&ei=sHj4Wu6ZYOYiswgSVzIXoBw&q=bit+e+bedamen&oq=bit+e+bedamen&gs_l=img..3...659122.662145.0.662628.13.13.0.0.0.301.1753.0j8j1j1.10.0...0...1c.1.64.img..3.5.790...0j35i39k1j0i67k1j0i10k1j0i30k1j0i24k1j0i10i24k1.0.yJte5HDFN4o#imgrc=2QI628FZFH03-M:). Acesso em: 10 maio 2018.

OLIVEIRA, J.; ALMEIDA, S. S.; VILHENAPOTYGUARA, R.; LOBATO, L. C. B. **Espécies vegetais produtoras de fibras utilizadas por comunidades amazônicas**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica, v. 7, n. 2, p. 393-428, 1991.

PERES, A. Negócio - **Atividade dá sustento a 29 núcleos familiares em Abaetetuba.** Disponível em: <http://folhadeabaetetuba.blogspot.com.br/2010/10/brinquedos-de-miriti-viram-artefatos.html>. Acesso em: 10 mai. 2018.

SAHAGÚN, F. B.; CODEX, F. **The master basket weavers of the Toluca market region (Mexico).** Economic Botany, v. 54, n. 3, p. 256-266, 2000.

SOUSA, M. J. S. **Etnografia da produção de artefatos e artesanatos em comunidades da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amaná – Médio Solimões.** uakari, v. 5, n. 1, p. 21-37, 2009.

SOUZA, A. M.; ETHUR, A. B. M.; LOPES, L. F. D.; ZANINI, R. R. **Introdução a projetos de experimentos.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012. 119p.

VIEIRA, Rogério. **Ferramentas de corte Engenharia Mecânica.** Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABQ-gAD/torno-mecanico?part=3>. Acesso em: 10 Maio. 2018.

## **SUSTAINABLE USE OF THE MIRITI PALM AS RAW MATERIAL AND DIDACTIC TOOL FOR TEACHING/LEARNING IN MACHINERY DISCIPLINE IN MECHANICAL ENGINEERING**

**Abstract:** *This article proposes as a alternative in the teaching of mechanical engineering courses in the discipline of machining, the sustainable use of miriti as raw material in the making of didactic material. This theme has importance at a time that factors such as cost and material and logistical difficulties in academic institutions are a reality. The article shows how the substitution of the material traditionally employed by the use of natural material in the classroom for the learning of the angles applied in the setup of cutting tools used in mechanical machining takes place and addresses the various aspects involved in the process of applying this methodology as: the available form of the material on the market, the making of the didactic tool, ease of its handling by students and results in class.*

**Key-words:** *Miriti. Cutting tools. Machining. Teaching. Cutting Angles.*