

# UTILIZAÇÃO DE AÇOS RECICLÁVEIS NA FABRICAÇÃO DE FACAS RADIAIS PARA CORTE LONGITUDINAL DE BAMBU

Thiago Oliveira dos Santos<sup>1</sup>

Juliana Cortez Barbosa<sup>1</sup>

Daniel Villas Bôas<sup>2</sup>

Alexandre Jorge Duarte de Souza<sup>2</sup>

## Resumo

No Brasil o bambu é pouco explorado como matéria-prima em aplicações industriais, o seu cultivo não é praticado em larga escala e tem baixa influência na economia brasileira. Para um melhor cenário econômico, estudos com processos de corte vêm sendo realizados com a espécie. Esses mostraram desvantagens quando se corta pelo processo de serramento, devido ao rápido desgaste dos dentes da lâmina provocado pela grande quantidade de sílica presente na planta e elevada geração de resíduos. Já estudos com processos de corte por fendilhamento mostraram bons resultados, devido à redução da área de contato entre o bambu e a ferramenta. O trabalho apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta com aços recicláveis, trata-se de facas radiais para o fendilhamento do bambu no sentido longitudinal, obtendo-se arestas no sentido transversal. Para o processo se tornar funcional foi construída uma máquina, cuja função é a fixação da ferramenta de corte, e arraste do bambu contra as facas.

**Palavras-chave:** Bambu; Corte longitudinal; Facas radiais; Aços recicláveis.

## RECYCLABLE STEEL FOR USE IN RADIAL KNIVES IN THE MANUFACTURE FOR LONGITUDINAL CUT BAMBOO

## Abstract

In Brazil the bamboo is little explored as raw material in industrial applications, its cultivation is not practiced on an industrial scale and has little influence on the Brazilian economy. For a better economic scenario, studies with cutting processes have been performed with the species. These showed disadvantages when cutting by sawing process due to rapid wear of the teeth of the blade caused by the large amount of silica present in the plant. Studies with process of cutting cracking showed good results, due to reduced contact area between tool and bamboo. This paper presents the development of a tool with recyclable steel, it is radial knives which divide the bamboo in the longitudinal direction, forming edges in the transverse direction. For the process start functional was built a machine whose function is fixing the cutting tool, to push the bamboo against knives.

**Keywords:** Bamboo; Longitudinal cut; Radial knives; Recyclable steel.

## 1 INTRODUÇÃO

O grande potencial que o bambu pode apresentar para o mercado brasileiro, quanto ao desenvolvimento de produtos industrializados, despertou o interesse de pesquisadores do curso de Engenharia Industrial Madeireira do Campus Experimental de Itapeva – UNESP, que juntos estão empenhados no aprimoramento de novas tecnologias para o processamento do bambu no setor madeireiro.

Este trabalho faz parte do desenvolvimento de um processo de processamento de bambus, trata-se do corte longitudinal de taliscas realizado em máquina (Figura 1a). Após o processamento, o produto seguirá para outra máquina para obtenção de ripas retangulares (Figura 1b), as quais deverão passar por um processo de colagem e prensagem para dar origem a placas de bambu laminadas coladas conforme (Figura 1c).

<sup>1</sup>Engenharia Industrial Madeireira, Laboratório Mobiliário, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus Experimental de Itapeva, Itapeva, SP, Brasil. E-mail: [thiago.oliveira@grad.itapeva.unesp.br](mailto:thiago.oliveira@grad.itapeva.unesp.br)

<sup>2</sup>Engenharia Industrial Madeireira, Laboratório de Usinagem e Automação, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus Experimental de Itapeva, Itapeva, SP, Brasil.





Figura 1. Subprodutos do bambu para formação da placa.

## 1.1 Justificativa

O bambu aparece como material alternativo para o setor madeireiro, mas sua aplicação no mercado nacional ainda é baixa, devido à falta de incentivo em pesquisas para uso, especialmente em relação à dificuldade de corte. O bambu possui dureza associada à leveza, que deverá proporcionar uma boa propriedade mecânica para aplicação em pisos de ônibus e metrô.

Conforme Moizés [1], o bambu laminado colado é um material que possui propriedades estruturais e superficiais, para utilização no *design* de diversos produtos, como na construção de móveis (Figura 2). A sua principal aplicação, por possuir boa resistência mecânica e durabilidade, é a produção de pisos e assoalhos de ambientes internos (Figura 3).

No entanto, o processo de corte ainda é realizado por faca ou serramento dos colmos no sentido transversal (Figura 4).

A industrialização do bambu é possível por meio do processamento realizado em máquina, para cortar os colmos em tiras, conforme Berndsen [2] citado por Ostapiv [3] o componente principal para a operação do corte longitudinal é a faca radial. Como mostra a Figura 5, essa ferramenta é muito utilizada para o corte longitudinal de taliscas de bambu, e substitui o facão com precisão, velocidade e segurança.

A ferramenta também poderá ter um maior grau de flexibilidade na máquina, o que dependerá do diâmetro externo do colmo do bambu e da aplicação do material.

Segundo Cardoso [4] é possível montar conjuntos de ferramentas com dimensões e números de facas variáveis na máquina. Uma opção adicional seria adotar um sistema de troca rápida de facas na ferramenta, para substituição perante a necessidade de remoção e afiação.



Figura 2. Móveis de bambu laminado colado plano – Moizés [1].



Figura 3. Ambientes com pisos de bambu - Moizés [1].

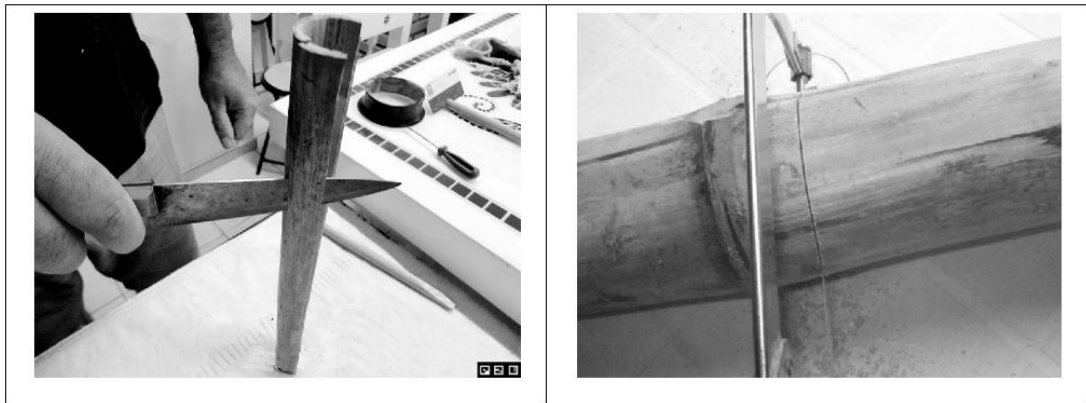


Figura 4. Cortes convencionais de bambu.

## 1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é confeccionar uma ferramenta de corte longitudinal de bambu com aços recicláveis, para estimular o crescimento tecnológico no Brasil da seguinte forma:

- Aprimorar a tecnologia para fabricar ferramentas com facas radiais para aplicação em operações industriais;
- Desenvolver máquinas específicas para manufatura de bambus;
- Estimular e apresentar as vantagens do bambu processado;
- Aumentar o consumo de materiais renováveis;
- Obter produtos para aplicação industrial.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Dentre a metodologia aplicada neste trabalho fazem parte: o projeto, a seleção de materiais, a fabricação e a montagem. Os detalhes de cada método serão explanados a seguir.

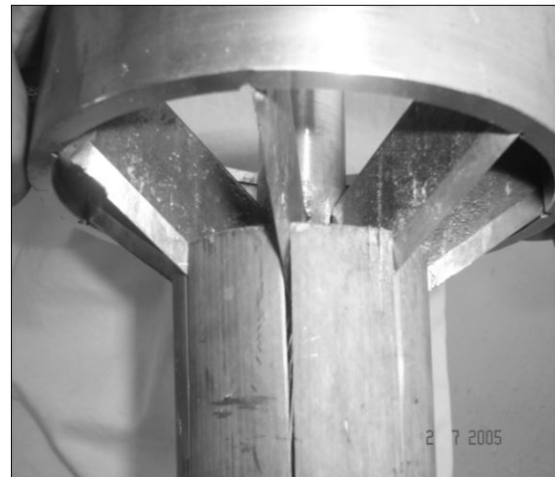


Figura 5. Sequência de corte do bambu em tiras com faca de corte múltiplo - Berndsen [2].

### 2.1 Projeto da Ferramenta

Nessa fase do projeto foram gerados os desenhos para fabricação e montagem. O software *Solidworks* versão estudante foi o CAD 3 D utilizado no projeto.

## 2.2 Seleção de Materiais

O aço SAE 5160 conforme NBR 11865 foi extraído de material reciclado e utilizado na fabricação das facas. Este aço [5] é usado na fabricação de feixes de molas (Figura 6). A escolha deu-se devido à condição de baixo custo, conciliado a um aço temperado e revenido. Também pode ser incluída nessa decisão a realização dos ensaios iniciais com protótipo, e comportamento da ferramenta em operação. No suporte de fixação das facas também foi aplicado material reciclado (Figura 7), conforme NBR 6750 [6] trata-se de rodas automotivas de aço baixo carbono.

Outro item importante utilizado na fabricação da ferramenta foi um tubo de aço com diâmetro externo de 33,7 mm, com 2,65 de espessura e 59 mm de comprimento NBR 5580 [7], trata-se do núcleo de montagem das facas. As guias foram construídas de aço para construção mecânica



Figura 6. Representação das molas.



Figura 7. Representação da roda.

SAE 1020 com espessura de 1 mm, também foram utilizados parafusos de aço como elementos de montagem.

## 2.3 Processo de Fabricação

A Tabela 1 apresenta a sequência do processo de fabricação dos componentes da ferramenta.

## 2.4 Montagem da Ferramenta

A Tabela 2 apresenta a sequência de montagem dos componentes para formação da ferramenta de corte longitudinal.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 8 apresenta o desenho de montagem da ferramenta desenvolvida no *software Solidworks*.

Tabela 1. Sequência do processo de fabricação dos componentes da ferramenta

Componentes	Processo de Fabricação - Usinagem
Faca	Corte para obter a geometria da faca Retificação para formação da aresta de corte
Roda	Serramento na direção axial para divisão em duas extremidades
Tubo de aço	Serramento na direção longitudinal para formação de estrias

Tabela 2. Sequência do processo de fabricação dos componentes da ferramenta

Componentes	Tipo de Montagem
Suporte de fixação e guias	Soldagem entre componentes (solda a arco elétrico com eletrodo revestido)
Facas e guias	Fixação por aparafusamento
Núcleo e facas	Encaixe das lâminas nas estrias e travamento por aparafusamento

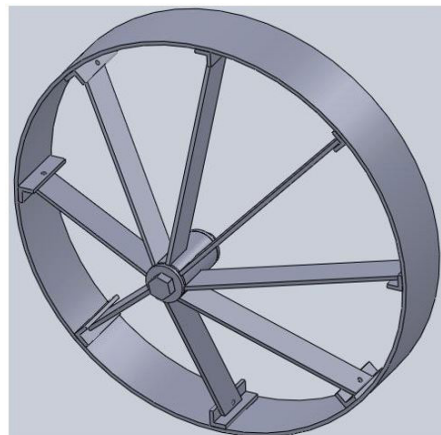


Figura 8. Desenho da ferramenta de corte longitudinal.



A Figura 9a mostra a faca usinada. A Figura 9b apresenta o suporte das facas com as devidas guias soldadas, a função da guia é fixar a faca por aparafusamento. A Figura 9c mostra o núcleo de montagem responsável pela fixação e centralização das facas, por meio das estrias e travamento por aparafusamento. A Figura 9d apresenta a ferramenta montada.

A princípio, neste modelo foram desenvolvidas quatro facas removíveis para testes preliminares. A Tabela 3 mostra as principais dimensões estabelecidas no projeto da ferramenta.

A seguir na Figura 10 é apresentada uma visão geral da máquina com os principais componentes que a integram, dentre esses fazem parte:

- 1) Estrutura;
- 2) Guias lineares;
- 3) Carrinho de força;
- 4) Suporte de fixação da faca;
- 5) Faca estrela;
- 6) Sistema de transmissão;

#### 7) Motor.

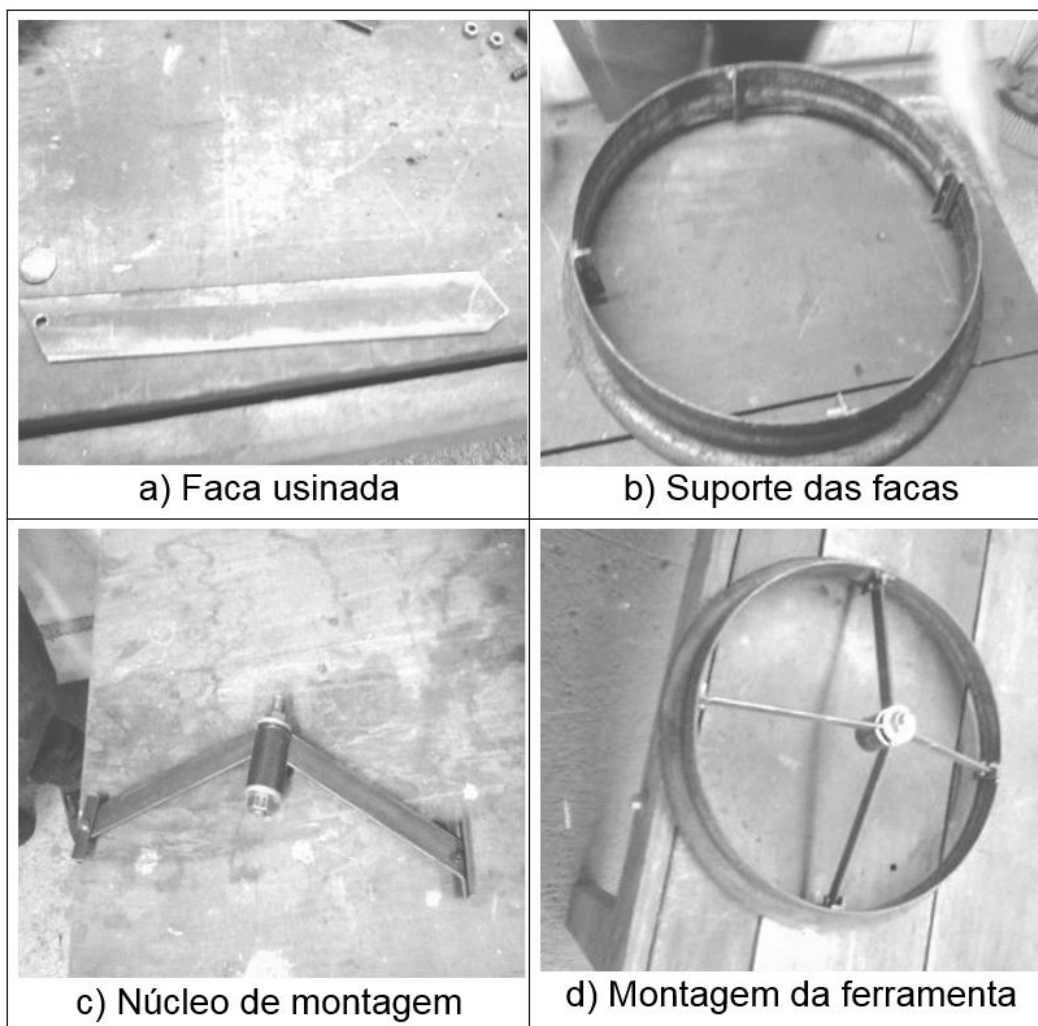
Os resultados são preliminares devido ao desenvolvimento do equipamento, mas mostrou bons resultados no processo de corte longitudinal do bambu, o que possibilita seccionar o bambu em forma de taliscas (Figura 11).

A ferramenta teve um bom comportamento no corte por fendilhamento, e correspondeu a proposta do projeto.

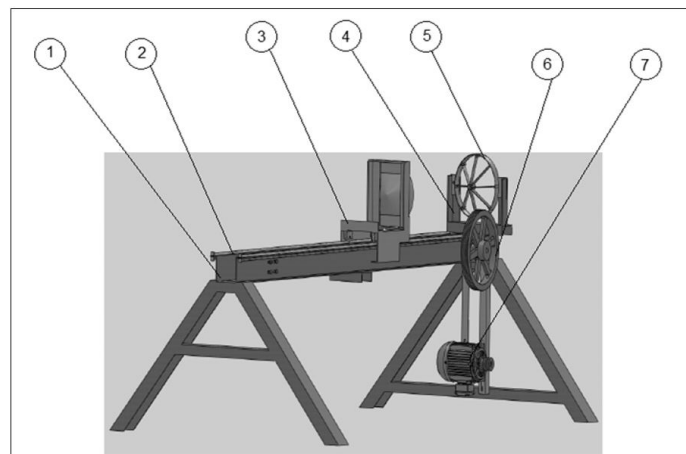
O registro do tempo da operação de corte do bambu realizado com facão e faca longitudinal também foi realizado, a quantidade de amostras foram 20 extraídas de bambus com diâmetros internos e externos semelhantes.

As amostras foram seccionadas em 4 partes similares para formação das taliscas, pelo método com facão o tempo médio de 10 amostra para 1 metro de corte foi de 32,6 segundos (Tabela 4).

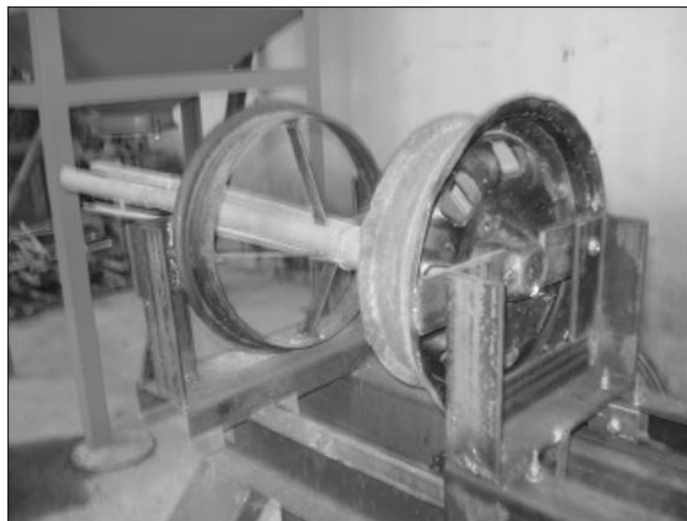
No método com faca longitudinal realizado por máquina as amostras também foram seccionadas em 4 partes. A variação do tempo de corte entre as 10 amostras foi mínima, o que resultou na média de 1,7 segundos para 1 metro de comprimento.



**Figura 9.** Etapas de fabricação e montagem da ferramenta.



**Figura 10.** Vista geral da máquina seccionadora e componentes principais: 1) Estrutura, 2) Guias lineares, 3) Carrinho de força, 4) Suporte de fixação da faca, 5) Faca estrela, 6) Sistema de transmissão, 7) Motor.



**Figura 11.** Apresentação dos ensaios preliminares.

**Tabela 3.** Dimensões da ferramenta

Faca			Ferramenta		
Comprimento	Espessura	Ângulo de corte	Diâmetro externo	Diâmetro interno	Ângulo de fixação
165 mm	3 mm	15°	320 mm	33,4 mm	15°

**Tabela 4.** Tempos de seccionamento de bambus com facão

Bambu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média
Tempo (s)	33	27	31	31	34	32	34	36	29	39	32,6

#### 4 CONCLUSÃO

Os aços recicláveis apresentaram propriedades adequadas para a construção da ferramenta.

O estudo mostrou que é possível empregar materiais recicláveis na construção de protótipos e no desenvolvimento de pesquisas para construção de máquinas e ferramentas.

A ferramenta de corte pode ser utilizada no primeiro estágio do processo de produção de painéis laminados

colados. As vantagens da metodologia apresentada são o emprego de matéria-prima renovável no ciclo produtivo, redução da utilização da madeira de pinus, redução do custo operacional por lâminas de serra e maior segurança ao operador.

O tempo médio de corte com a faca longitudinal foi 19,2 vezes menor que o corte por facão, isso devido a uma velocidade de avanço de 0,60 m/s imposta pela máquina à ferramenta.

## REFERÊNCIAS

- 1 Moizés FA. Painéis de bambu, uso e aplicações: uma experiência didática nos cursos de Design em Bauru, São Paulo [dissertação]. Bauru: Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; 2007.
- 2 Berndsen FS, Berndsen RS, Poulmann E. Desenvolvimento de ferramenta manual para corte longitudinal de bambu. [trabalho de diplomação em Tecnologia Mecânica]. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2005
- 3 Ostapiv F. Análise e melhoria do processo produtivo de tábuas de bambu (*phyllostachys pubescens*) com foco em pisos [dissertação]. Curitiba: Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2007.
- 4 Cardoso R Jr. Arquitetura com Bambu [dissertação]. Curitiba: Curso de Arquitetura, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2000.
- 5 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11865: Barra chata de aço laminada a quente, para fabricação de molas e feixes de mola – Especificação. Rio de Janeiro: ABNT; 1991. 6 p.
- 6 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6750: Rodas para automóveis - Verificação da durabilidade e resistência. Rio de Janeiro: ABNT; 2013. 8 p.
- 7 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5580: Tubos de aço-carbono para usos comuns na condução de fluidos — Especificação. Rio de Janeiro: ABNT; 2013. 9 p.

Recebido em: 27 Jul. 2016

Aceito em: 12 Maio 2017