

## **DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA MEDIR O ESFORÇO DE CORTE DA CASTANHA DE CAJÚ**

**Romeu Rony Cavalcante da Costa**

**Said Seyyed Dana**

**José Gonçalves de Almeida**

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia  
Mecânica, 58059-900, João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: [romeu\\_rony@yahoo.com.br](mailto:romeu_rony@yahoo.com.br)

### **Resumo**

O processo de descasque da castanha de cajú realizado por pequenos produtores é muito desgastante e pouco competitivo, devido a pequena produção de castanha beneficiada e a forma de trabalho empregada. Já o processo de beneficiamento mecanizado se torna inviável para os pequenos produtores devido ao alto investimento, portanto se estuda a possibilidade de desenvolvimento de uma máquina semi-automática para descascar castanha de cajú, objetivando melhor produtividade garantindo uma boa qualidade do produto e melhor condição de trabalho do operário, dentro do princípio da automação segura e sustentável.

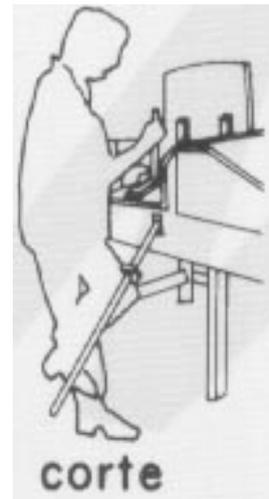
**Palavras-chave:** Castanha de Cajú, Tecnologia Apropriada, Medição de Esforço

### **1. INTRODUÇÃO**

Tendo em vista a carência de infra-estrutura e tecnológica na agricultura brasileira, em especial a nordestina, no que se refere a pequenos agricultores de cajú segundo Neto et al. (1983), procura-se desenvolver máquinas agrícolas semi-automáticas que não demandem grandes investimentos e que realize o trabalho com qualidade, promovendo, assim, uma boa produtividade, segurança para os seus usuários e sem ultrapassar a capacidade de investimento dos pequenos agricultores.

Com essa ótica estuda-se a possibilidade de desenvolver uma máquina semi-automática que descasque castanha de cajú, tendo em vista as condições insalubres de trabalho como apresentado na Figura 1, e a produção de amêndoas inteiras, eliminando as condições desfavoráveis à realização do trabalho e não ao posto de trabalho. Haja vista que a operação de corte é o maior gargalo da indústria de beneficiamento da castanha de cajú, devido ao alto índice de quebra das amêndoas e ao grande investimento de implantação no processo mecanizado e às pequenas taxas de produção e condições de trabalho, longe do princípio da produção segura, no processo semi-mecanizado.

Então, para o desenvolvimento da máquina de descasque de castanha, considera-se o estudo ergonômico já realizado por Figueiredo (1998) e também a determinação do esforço necessário para efetuar o corte da castanha que será medido através de um dispositivo que será desenvolvido. Este dispositivo será objeto de nossa apresentação.



**Figura 1.** Posto de trabalho e dispositivo

## **2. PROCESSOS DE BENEFICIAMENTO**

O processo de beneficiamento de castanha de cajú no Brasil, apesar de ser o berço do cajueiro, só teve destaque econômico a partir do quarta década deste século (século XX) (Leite, 1994, 62p.).

Hoje o processo de descasque da castanha de cajú, além do manual, tem-se também os processos semi-mecanizado e o mecanizado.

O processo manual em escala industrial é largamente utilizado na Índia, devido ao baixo custo da mão-de-obra, por ser abundante e de cunho familiar, ou seja, toda a família trabalha no beneficiamento da castanha. Por causa desse fator a Índia se tornou o maior produtor de amêndoas beneficiadas, mesmo que sua produção de castanha “in natura” não seja maior do que a nossa, aqui no Brasil, segundo Figueiredo (1998). Para tal façanha a Índia compra a produção dos outros países, contudo este processo em escala industrial não é viável no Brasil devido aos encargos aplicados a mão-de-obra.

A máxima produtividade alcançada neste processo é de 7 à 10 quilogramas de castanhas em oito horas de trabalho com um rendimento entre 90% à 95% de amêndoas inteiras. O processo manual desperdiça, por causa da maneira como a castanha é assada, o líquido de castanha de cajú (LCC) e a própria casca que poderia servir de adubo.

No processo semi-mecanizado, o qual aplica o dispositivo dotado de alavanca e pedal apresentado na Figura 1, consegue processar de 15 à 18 kg de castanhas em oito horas de trabalho, com um rendimento inferior a 70% de amêndoas inteiras segundo EMBRAPA/CNPAT.

Dentre os processos mecanizados existentes aqui no Brasil, só dois estão disponíveis: o *Oltremare* e *Sturtevant*. O primeiro tem um rendimento de 90% de amêndoas inteiras quando saem da máquina de corte e de 60% a 65% no ato de embalar, enquanto que o segundo difere do primeiro no processo de descasque, porquanto este é realizado por choque, onde as castanhas são lançadas (arremessadas) em pratos metálicos promovendo um rendimento em torno de 75% de amêndoas inteiras na saída da máquina e de 50% a 55% quando da embalagem.

### 3. Concepção da Máquina

#### 3.1- Medição de esforço de corte da castanha

Para o desenvolvimento da máquina semi-automática, tem-se primeiro que determinar o esforço de corte da castanha. Para tanto se planeja a confecção de um dispositivo para fazer esta análise, onde este dispositivo está apresentado na Figura 2. Este é dotado de alavanca, lâmina de corte e massa em gramas para se poder quantificar a força que deve ser aplicada para abrir a castanha. Como forma de quantificar o esforço de corte através do dispositivo mostrado na Figura 2, utilizou-se massas conhecidas, aplicadas no ponto “C” do dispositivo, para efetuar o corte de cada castanha, portanto a nomenclatura M.M.C. que é a máxima massa de corte, na coluna do meio das tabelas, é para designar a carga necessária para cortar a castanha.

Este estudo é necessário para se projetar uma máquina que satisfaça a necessidade do esforço requerido para cortar a casca e manter a integridade da amêndoa, evitando o esforço desnecessário por parte do operário, o qual pode ocasionar a quebra da amêndoa, implicando na perda do seu valor comercial.

Após determinar o esforço de corte trabalhar-se-à no desenvolvimento do projeto da máquina semi-automática que satisfaça a necessidade de mercado, ou seja, a produção de amêndoas inteiras, a preservação do emprego do operário e a sua integridade física, mesmo porque tem-se por meta inicial o fortalecimento dos pequenos produtores, dando-lhes as condições necessárias de beneficiar suas próprias castanhas.

Dentre as máquinas mecanizadas existentes já vistas, têm-se a do princípio do tambor rotativo incandescente, a da lâmina rotativa (a qual gira em torno do seu próprio eixo e contorna a castanha) e a de alavancas, esta fabricada pela MECOL (Metalúrgica Cobica Ltda).

Tendo estas máquinas como fonte de inspiração, o estudo está em fase de concepção, onde avalia-se todas as formas possíveis de custo e benefício para que não onere tanto no seu investimento inicial.

Dado:  $P = m \cdot g$

$$g = m/s^2$$

$$AC = 380\text{mm}$$

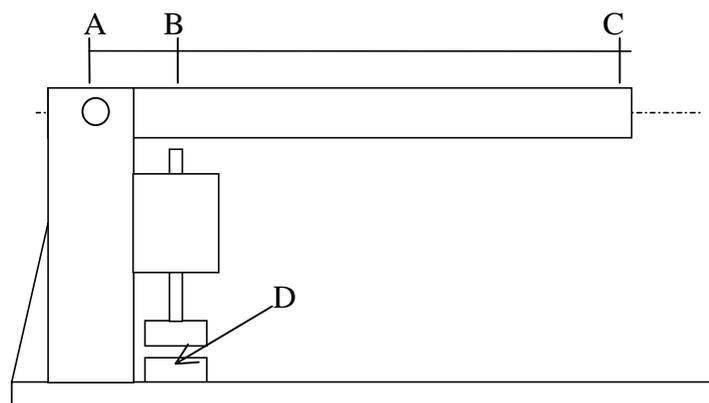
$$AB = 100\text{mm}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$P \times CA = F_c \times BA$$

$$F_c = (m \times g \times 380) / 100$$

$$F_c = 3,8 \times m \times g$$



**Figura 2.** Dispositivo de medição de esforço

Onde:

P- peso ou carga

m- massa a ser colocada no ponto “C” (da barra “AC”) para cortar a castanha

g- aceleração da gravidade

$F_c$  – força de corte sobre a castanha no ponto D

### **3.2- Determinação dos esforços permitidos por um operador durante a jornada de trabalho**

Até o presente momento não se teve tempo suficiente para se realizar uma pesquisa mais acurada com respeito a determinação da carga máxima suportada por um operário realizando trabalhos com as mãos e (ou) com os pés ao mesmo tempo, de acordo com o sexo e idade, durante uma jornada de trabalho de 8 horas. Porém, reza na legislação, CLT (1994), que uma pessoa realizando trabalho muscular pode transportar a carga máxima de 40 kg e 20 kg, o homem e a mulher respectivamente.

Já nas Normas Regulamentadoras, “Segurança e Medicina do Trabalho” 38ª edição (NR 11.2.1) diz: “ ... toda atividade realizada de maneira contínua ou descontínua, essencial ao transporte manual de sacos, na qual o peso da carga é suportado, integralmente, por um só trabalhador, compreendendo também o levantamento e sua deposição”.

“Em geral, as forças máximas para empurrar e puxar, para homens, oscilam entre 20,4 kg e 30,6 kg e as mulheres apresentam 40 a 60% dessa capacidade. Se for usado o peso do corpo e a força dos ombros para empurrar, conseguem-se valores de até 51 kg” (Iida, Itiro, 1993, 465p.).

Porém, como já mencionado não se encontrou, até o presente momento, em nenhuma referência o estudo referente a capacidade de um indivíduo em realizar esforço repetitivo no limite de carga supracitado durante a jornada de trabalho de oito horas.

## **4. RESULTADOS OBTIDOS**

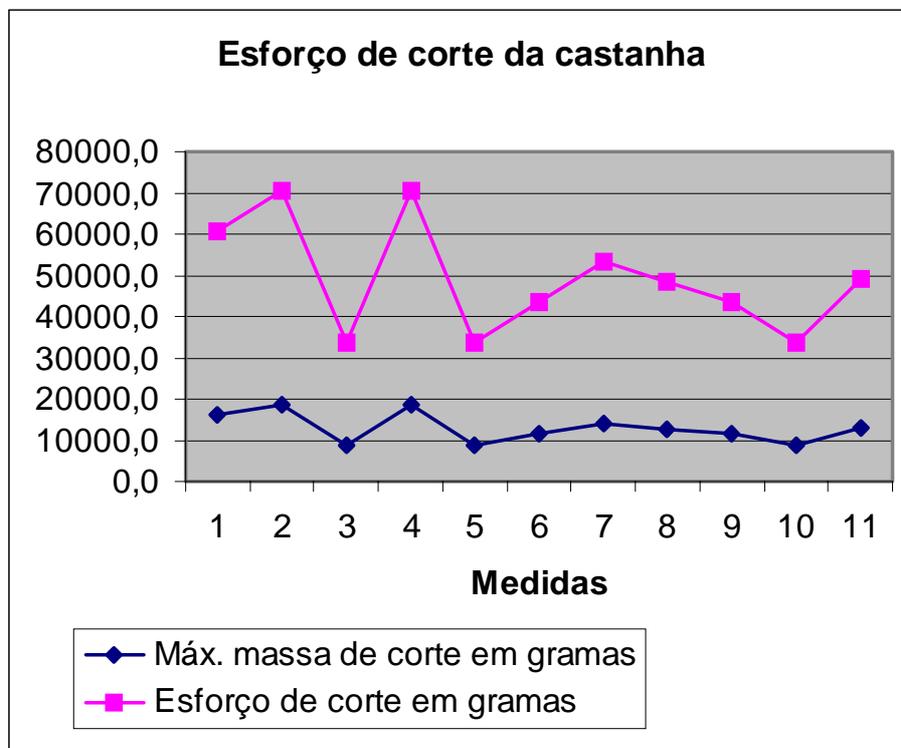
Para obtenção desses resultados foram utilizadas duas mostras com dez castanhas cada, onde uma tinha 66 gramas e a outra 70,3 gramas. A medição do esforço de corte foi feita adicionando massas no ponto “C” do dispositivo (Figura 2) de maneira gradativa, com variação em gramas, até atingir a carga de corte da castanha, ou seja, a máxima massa de corte (M.M.C.), isto para cada castanha.

O esforço de corte (E.C.) é a carga aplicada no ponto “D” (Figura 2) devido a M.M.C. aplicada no ponto “C”, de acordo com o comprimento do segmento “AC”, ou seja, neste caso o E.C. aumenta 3,8 vezes M.M.C. Pode-se dizer que o E.C. varia com a variação da M.M.C. e do comprimento da barra “AC” mantendo fixo o comprimento do segmento “AB”.

As tabelas 1 e 2 e as figuras 3 e 4 abaixo demonstram o esforço que um operário deve realizar para efetuar o corte de uma castanha.

**Tabela 1.** Planilha de Esforço de Corte

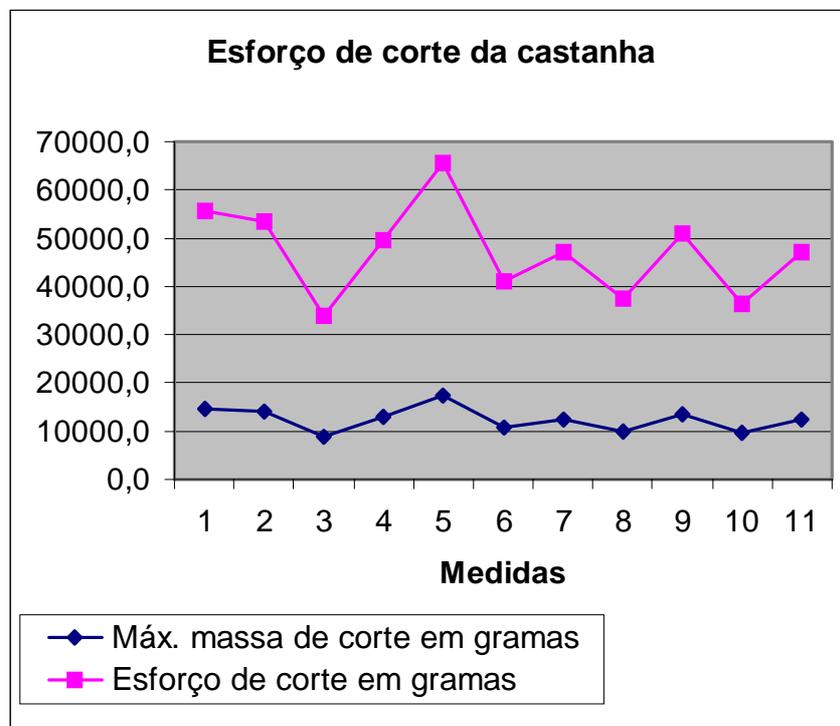
| Medida | M.M.C.<br>em gramas | Esforço de corte<br>em gramas |
|--------|---------------------|-------------------------------|
| 1      | 16010,0             | 60838,0                       |
| 2      | 18590,0             | 70642,0                       |
| 3      | 8900,0              | 33820,0                       |
| 4      | 18590,0             | 70642,0                       |
| 5      | 8900,0              | 33820,0                       |
| 6      | 11480,0             | 43624,0                       |
| 7      | 14060,0             | 53428,0                       |
| 8      | 12745,0             | 48431,0                       |
| 9      | 11480,0             | 43624,0                       |
| 10     | 8900,0              | 33820,0                       |
| Média  | 12965,5             | 49268,9                       |



**Figura 3.** Representação do esforço de corte

**Tabela 2.** Planilha de Esforço de Corte

| Medida | M.M.C.<br>em gramas | Esforço de corte<br>em gramas |
|--------|---------------------|-------------------------------|
| 1      | 14680,0             | 55784,0                       |
| 2      | 14060,0             | 53428,0                       |
| 3      | 8900,0              | 33820,0                       |
| 4      | 13055,0             | 49609,0                       |
| 5      | 17260,0             | 65588,0                       |
| 6      | 10835,0             | 41173,0                       |
| 7      | 12410,0             | 47158,0                       |
| 8      | 9855,0              | 37449,0                       |
| 9      | 13415,0             | 50977,0                       |
| 10     | 9545,0              | 36271,0                       |
| Média  | 12401,5             | 47125,7                       |



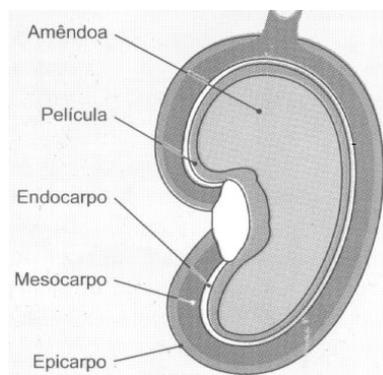
**Figura 4.** Representação do Esforço de Corte

## 5- CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Ao realizar este estudo de esforço de corte da castanha percebe-se que se as lâminas de corte não se enquadrarem no meio da castanha conforme Figura 5, esta oferece maior resistência ao corte, sendo este um dos motivos pelos quais, pode-se ver nas tabelas acima, os valores diferenciados de carga na efetuação de corte. O outro motivo natural é que as castanhas por não serem exatamente iguais conforme citado em Figueiredo (1998), ou seja, cada castanha apresenta característica própria, por isso as castanhas são selecionadas por tamanhos, classificada em até oito tamanhos, de forma aproximada através de peneiras (ou telas) com malha (ou furos) nos tamanhos desejados. A seleção inicia da castanha menor para maior. Esse problema tende a ser minimizado com a técnica de clonagem de cajueiro utilizada pela EMBRAPA/ CNPAT que possibilitará a produção de castanhas com tamanhos mais uniformes.

Ao se examinar as tabelas verifica-se diferenças entre as cargas aplicadas para cortar as castanhas das duas amostras, devido aos motivos já mencionados, como também, parte dessas contribuições podem ser devido o processo de torrefação das castanhas e (ou) o processo de desumidificação, que é através da exposição solar em uma área cimentada onde as castanhas passam algumas horas.

De posse desses valores tem-se como perspectiva o desenvolvimento de uma máquina semi-automática que minimize os esforços realizados pelos operários e realize o corte das castanhas com algum tipo de força auxiliar, que poderá ser advinda de dispositivos hidráulicos, pneumáticos ou através de motor elétrico; para que proporcione o corte de mais de uma castanha por vez, para que valha à pena esse investimento e, dessa forma fazer uma máquina projetada racionalmente de acordo com os estudos de Bonfim (1995, 64p.).



**Figura 5** Configuração da Castanha em Corte

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, J. de S., , 1984, “Aspectos da industrialização da castanha de cajú”, UFC, Fortaleza,CE. Vol I 187 p.

Bonfim, G. A., , 1995, “Metodologia para desenvolvimento do projeto”, Ed. Universitária, João Pessoa,PB: 64 p..

Consolidação das Leis Trabalhistas (1994)

Figueiredo, F. J. S. de; 1998, ”Análise e proposta de redesenho do posto de trabalho de corte da castanha de cajú”, UFPB, João Pessoa, PB: 123p..

Iida, Itiro “Ergonomia Projeto e Produção”, 2<sup>a</sup> reimpressão, 1993, Editora Edgard Blücher Ltda.

Leite, L. A. de S.; “A agroindústria do cajú no Brasil: Políticas públicas e transformações econômicas”, EMBRAPA/CNPAT Fortaleza, CE, , 1994 195p..

“Linha de máquinas para beneficiamento da castanha de cajú”, Fortaleza,CE, PEARCE – Ind. E Com. de máquinas Ltda, 1993.

“Manual sobre o funcionamento de uma fábrica de beneficiamento de castanhas”, Fortaleza, EMBRAPA/ CE, 1996.

Neto, Alfredo Lopes; Barbosa Filho, Antenor; Menezes, Antônio Hélio de; Avaliação econômica de processos alternativos da industrialização da castanha de cajú no Ceará; Fortaleza: Instituto de Planejamento do Ceará, 1983.

Segurança e Medicina do Trabalho 38<sup>a</sup> edição, Editora Atlas, 1997.