

**DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO DE COLHEITA DO COCO:  
OBTENÇÃO DOS REQUISITOS DE PROJETO****YU KAWAHARA<sup>1</sup>, DANIEL P. SAMPAIO<sup>2</sup>, RICARDO Y. INAMASU<sup>3</sup>, ARTHUR J.  
V. PORTO<sup>4</sup>, SÉRGIO H. EVANGELISTA<sup>5</sup>**<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Mecânico, Mestrando em Eng. Mecânica, Depto. de Engenharia Mecânica, EESC, USP, São Carlos - SP, Fone: (0XX16) 99624.7772, yu.kawahara@usp.br<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Mecânico, Mestrando em Eng. Mecânica, Depto. de Engenharia Mecânica, EESC-USP, São Carlos-SP<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Mecânico, Pesquisador, Embrapa Instrumentação, São Carlos - SP<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Mecânico, Prof. Titular, Depto. de Engenharia Mecânica, EESC-USP, São Carlos-SP<sup>5</sup> Eng<sup>o</sup> Mecânico, Prof. Adjunto, Depto. de Engenharia Mecânica, UFSCar, São Carlos-SP

Apresentado no

XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017

30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** Contribuir para o abastecimento de alimentos é uma forma de fortalecer a segurança alimentar. Neste contexto, o desenvolvimento de equipamentos agrícolas como as colhedoras possuem impacto direto, pois podem disponibilizar maior número de frutos e diminuir o custo. No caso dos cocos, os frutos se situam a oito metros de altura, dificultando e elevando o custo do processo de colheita, e uma solução que atende os requisitos do mercado é inexistente, o que justifica a necessidade do projeto de um equipamento para esta operação. Este trabalho teve como objetivo realizar uma das primeiras etapas de projeto de máquinas, que consiste em reunir as informações e restrições para o desenvolvimento do equipamento, como por exemplo as dimensões dos cachos, massa, disposição e forma de crescimento. Estas informações irão compor os requisitos de projeto do equipamento. As informações foram coletadas através de visitas nos cultivos e entrevistas com especialistas do coco. Obteve-se dimensões preliminares sobre o coqueiro, o que permitirá o início do desenvolvimento do equipamento de colheita do coco. Uma medição com um maior número de amostras deve ser realizada para se dar uma maior confiabilidade nos números relatados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coco, Colheita, Projeto de Máquinas

**DEVELOPMENT OF A COCONUT HARVESTING EQUIPMENT: OBTAINING  
THE PROJECT REQUIREMENTS**

**ABSTRACT:** Contributing for the food supply is one form of reinforcing the food safety. On this context, the development of agricultural machines such as Harvesters has a direct impact, for providing a greater quantity of fruits and reducing the costs. In the case of the coconuts, the fruits are located at a height above 8 meters, which makes the harvesting process difficult and leads to high production costs. Even so, a solution that attends the market requirements is inexistent, which justifies the needs of designing an equipment for this operation. The aim of this work was to perform the first steps of engineering design, gathering the information and restriction for the equipment-design, such as dimension of the coconut-bunch, weight, positioning and the growing form. This information will compound the project requirements. The information was gathered through visits on coconut cultivations and interview with coconut-specialists. Preliminary dimensions were gathered, which will allow the kick-off of the development of the coconut-harvesting equipment. For a better accuracy and reliability for the gathered numbers, a measure with a bigger amount of samples should be performed.

**KEYWORDS:** Coconut, Harvesting, Machine Design

**INTRODUÇÃO:** A segurança alimentar pode ser fortalecida através do desenvolvimento de equipamentos agrícolas como as colhedoras, pois permitem a disponibilização de maior número de frutos e diminuição dos custos de produção, melhorando-se o processo de abastecimento dos alimentos. Alguns frutos ainda encontram dificuldades durante seu processo de colheita, como no caso dos cocos, cujo método de colheita atual não aproveita a época mais produtiva durante a vida útil do coqueiro, que ocorre a partir do décimo ano após seu plantio. A colheita atual, realizado através de uso de varas e cordas, possui alcance de até 8 metros, sendo que a partir do décimo primeiro ano de plantio, os cocos passam a se situar em alturas superiores. Um método para colher esses frutos é ainda inexistente, assim, justifica-se a necessidade do desenvolvimento de um equipamento que viabilize a colheita destes frutos, o que permitiria melhorar o abastecimento do mercado do coco.

Na metodologia clássica de projetos de máquinas adotada por PAHL & BEITZ(2007), a primeira etapa é a compreensão do problema. No caso dos cocos, alguns dados sobre o coco e cultivo são relatados por ARAGÃO (2002) e FONTES et al. (2002), porém, ainda faltam informações sobre a dimensão dos cachos, folhas, tronco(estipe), disposição dos elementos, massa do cacho e forma de crescimento. Estas informações são necessárias, pois irão especificar as condições na qual o equipamento deve operar, como por exemplo os carregamentos que irão atuar sob o equipamento e as dimensões máximas e mínimas que o equipamento pode ter. Assim, o objetivo deste trabalho é obter os requisitos geométricos e materiais do projeto de desenvolvimento do equipamento de colheita do coco.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A obtenção dos requisitos foi realizado através de pesquisa exploratória, baseando-se em entrevistas com pesquisadores e donos de cultivo, especialistas do coco; e realizando-se uma visita no cultivo no Platô de Neópolis em Sergipe, para se realizar medições. Foram realizadas medições também para as dimensões já disponíveis na literatura, e os valores obtidos foram comparados com os da bibliografia.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A tabela abaixo apresenta de forma resumida as informações obtidas. Os valores baseiam-se nas medições e relatos da região de Neópolis, em Sergipe, podendo sofrer variações em cultivos de outras regiões.

TABELA 1. Síntese dos dados físicos e fisiológicos relacionados ao coco.

<b>Cultivo</b>	
Disposição dos coqueiros	Triângulo equilátero com 7,5m de lado
Largura das ruas	Aprox. 6,8m
Número de plantas por hectare	205 plantas
Observação	1 a 2 bicos de irrigação para cada coqueiro
<b>Estipe e Raiz</b>	
Diâmetro da estipe(tronco) do coqueiro	300 mm
Profundidade máx. da Raiz	1,5 m
Distribuição da raiz	2m de raio
<b>Folhas e Cachos</b>	
Distância angular entre folhas/cachos	Aprox. 72 ° (5 folhas/cachos por volta) *dextrógira ou levógira
Altura entre as folhas/cachos	Aprox. 150 mm
Frequência de formação de folha/cacho	1 folhas/cachos para cada 20 a 30 dias
Tempo de maturação ideal para a colheita do cacho	7 meses
Massa do coco	1,5 kg (no sétimo mês de maturação)
Quantidade de água de coco em um coco	300 a 400 mL



Quantidade de cocos em um cacho	10 a 15 cocos
Massa de projeto do cacho	30 kg
Dimensões do envelope do cacho (Comprimento x Largura x Altura)	1100 mm x 550 mm x 600 mm
Seção transversal do pedúnculo	Elipse com 65mm de largura e 40mm de altura
Altura do pé de coqueiro [m]	$h = n_a$ , ( $n_a < 16$ )
Altura da localização do fruto [m]	$h_{\text{cacho}} = h - 2$

Segundo FONTES et al. (2002), a disposição de cultivo de coqueiro anão mais comum é no formato de triângulos equiláteros de lado 7,5 m, o que resulta em ruas com aprox. 6,8 m de largura e em uma densidade de 205 plantas/hectare. Para cada coqueiro há geralmente 1 ou 2 bicos de irrigação e sua mangueira permanece no solo. O cultivo visitado também adotava esta forma de plantio.

A seção transversal do estipe tem formato circular com aprox. 300mm de diâmetro. As raízes do coqueiro são superficiais e prolongam-se a até 2m de raio e a profundidade máxima é em torno de 1,5m.

As folhas e cachos ficam presos no estipe e foi relatado por especialistas que uma estimativa razoável é que nascem aproximadamente 5 folhas, conseqüentemente 5 cachos, a cada volta em torno do estipe, o que resulta em uma distância angular de 72 graus. Os cachos, juntamente com as folhas, formam uma espiral que podem estar tanto no sentido horário como no sentido anti-horário, o que categoriza os coqueiros entre levógiros e dextrógiros, respectivamente. A altura entre os cachos/folhas varia de acordo com as condições ambientais, porém uma medição preliminar mostra que a altura entre os cachos é de 150mm.

O nascimento de uma folha ocorre a cada 20 a 30 dias, dependendo das condições edafoclimáticas. Ao mesmo tempo, logo acima da base da folha, forma-se a espata que posteriormente se abre para mostrar as inflorescências. Estas inflorescências após polinizadas formam os cocos e cachos.

A partir da polinização, os cocos levam em torno de 7 meses para se tornarem maduros. Na medição durante visita no cultivo do platô de Neópolis, foi observado que os cocos tem formato esférico com diâmetro de 250mm, com massa de aprox. 1,5kg em seu 7o mês de maturação, contendo entre 300 a 400 mL de água. Os dados obtidos estão de acordo com os dados encontrados por ARAGÃO (2002), na qual o coco em seu sétimo mês de maturação possui 1,559kg e entre 300 a 600mL de água.

Os pesquisadores relataram que cada cacho possui em torno de 10 a 15 cocos. Assim, considerando-se que cada coco possui 1,5 kg, pode-se estimar que cada cacho possui uma massa de aproximadamente 22,5 kg. Para o projeto mecânico, introduzindo um coeficiente de segurança, será considerado que cada cacho possui 30 kg. Na medição preliminar, constatou-se que o envelope de um cacho possui as dimensões de 1100 mm x 550 mm x 600 mm, e a seção transversal do pedúnculo possui um formato elíptico de 65 mm de largura e 40 mm de altura, como mostra a figura 1.

A partir das observações realizadas na visita no cultivo de coco, e dos relatos dos pesquisadores, uma estimativa razoável para a altura dos coqueiro é que o coqueiro cresce 1 metro por ano, até aproximadamente o ano 15 quando a altura se estabiliza; e que os cachos estão localizados aproximadamente a 2 metros abaixo do ponto mais alto do coqueiro. Os coqueiros passam a produzir os frutos a partir do terceiro ano após o plantio. Matematicamente, obtém-se as equações 1 e 2

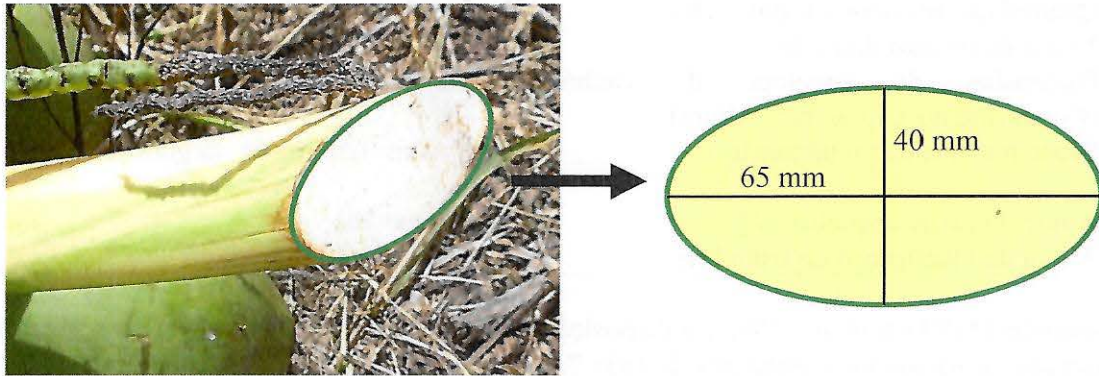


FIGURA 1. Dimensões da seção transversal do Pedúnculo

$$h = na, \quad (na < 16) \quad (1)$$

$$h_{\text{cacho}} = h - 2 \quad (h > 2) \quad (2)$$

onde,

$h$  - altura do coqueiro, m;

$na$  - número de anos do coqueiro, anos e

$h_{\text{cacho}}$  - altura do cacho, m.

**CONCLUSÕES:** Obteve-se os requisitos geométricos com sucesso, o que permite dar início ao projeto do desenvolvimento do equipamento de colheita do coco. Uma medição com um maior número de amostras deve ser realizada para se dar uma maior confiabilidade nos números relatados. Ressalta-se que os valores obtidos podem ter variações em cultivos de outras regiões.

**AGRADECIMENTOS:** Aos pesquisadores da Embrapa Tabuleiros Costeiros pela disponibilidade e a CAPES pelo apoio.

## REFERÊNCIAS

ARAGÃO, W. M. (Ed.) **Coco. Pós-Colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 76 p.

FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.) **Sistemas de Produção para a Cultura do Coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002, 63 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistemas de Produção, 1).

PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. H. **Engineering Design: a systematic approach**. 3rd Edition. Tradução: Ken Wallace e Luciënne Blessing. London: Springer-Verlag, 2007. 617 p.