

<https://eventos.utfpr.edu.br/sei/sei2018>

Colheita mecanizada de coco: Proposta de uma ferramenta inovadora para a coqueicultura mundial

Coconut mechanized harvest: Proposal of an innovative tool for the world's coconut crop

Ricardo Pedro Ferreira
Ricardo.pedro.f@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

Wilson Henrique Tatto
wilsonhenriquetatto@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

RESUMO

A cultura do coco tem grande representatividade na agricultura brasileira, e está presente na vida dos cidadãos brasileiros. Atualmente existem dois métodos de colheita de frutos: manual e semi-mecanizado, porém, ambos apresentam limitações, com risco de quedas dos trabalhadores de altas alturas, pouca eficiência de colheita, gastos com mão de obra, penosidade de trabalho, etc. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi fazer um levantamento da situação da cadeia mundial da coqueicultura, avaliar os métodos de colheita existentes e desenvolver uma proposta de máquina capaz de realizar a colheita mecanizada dos frutos de cocos para as variedades híbridas e gigantes. O trabalho foi desenvolvido pela empresa Real World Agronomy pré encubada pelo hotel tecnológico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco – PR. Para se elaborar a proposta da máquina colhedora de cocos avaliou-se os aspectos mercadológicos da coqueicultura em nível nacional e internacional, aspectos agrônômicos das árvores, métodos de colheita e proposta da máquina colhedora. Através dos estudos realizados verifica-se que o mercado de comercialização de máquinas colhedoras de coco encontra-se em Filipinas, Indonésia, Índia, Sri Lanka, Tailândia, México, Brasil e Venezuela e também que é possível realizar a colheita mecanizada de coco diminuindo os riscos de quedas dos operados, as lesões nos frutos e aumentando a eficiência de colheita.

PALAVRAS-CHAVE: Coqueiros. Fruticultura. Mão-de-obra. Mecanização Agrícola.

ABSTRACT

ABSTRACT: The Coconut culture has great representation in Brazilian agriculture, and is present in the lives of Brazilian people. There are currently two methods of fruit harvesting: The manual and semi-machined, however both features limitations with the risk of falls of workers of high heights, low harvest efficiency, labor expensive, labor pains, etc. In this sense, the objective of this work was to survey the situation of the global chain of coconut farming, to evaluate the existing harvesting methods and to develop a machine proposal capable of mechanized harvesting of coconut fruits for hybrid and giant varieties. The work was developed by the company Real World Agronomy pre underwent by the technological hotel of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR. In order to elaborate the proposal of the coconut picking machine, it was evaluated the marketing aspects of the national and international, the agronomic aspects of the trees, the harvest methods and the proposal of the harvesting machine. The studies carried out show that the market for the marketing of coconut picking machines is in the Philippines, Indonesia, India, Sri Lanka, Thailand, Mexico, Brazil and Venezuela and also that it is possible to perform the mechanized harvesting of coconut, reducing the risk of falls of the operations, the lesions on the fruits and increasing the efficiency of harvesting.

KEYWORDS: Agricultural Mechanization. Coconut trees. Crop of fruits. Labor.

Recebido: 31 ago. 2018.

Aprovado: 13 set. 2018.

Direito autoral:

Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

A cultura do coco tem grande representatividade na agricultura brasileira, e está presente na vida dos cidadãos brasileiros. O Brasil possui uma área total cultivada (Safrá 2016) de 247.336 ha (IBGE,2017). A produção nacional na safra 2016 foi de 1.721.451 toneladas de frutos produzidos, sendo essa 5,5 % maior do que a safra anterior (2015) aproximadamente 1,9 bilhões de frutos com produção média de 7.114 kg ha⁻¹ (IBGE, 2017). A produção brasileira de coco tem aumentado, analisando o período de 1990 – 2010 a produção média brasileira aumentou 158% e as áreas plantadas 28% (CAVALCANTE, 2012).

O método de colheita depende de vários fatores: tradição local, clima, variedade e a finalidade a que se destina o fruto (consumo de água - variedade anã e comércio da polpa de coco seco- coqueiros gigantes). Por exemplo, no Sri Lanka a variedade gigante, não desprende seus frutos quando estão maduros e por tanto, devem ser cortados, onde se dá de uma forma rudimentar, com escaladas em árvores o que pode trazer risco para os trabalhadores. Por outro lado, na Nova Guiné, os frutos caem por si só, e geralmente se deseja que isso ocorra. Dessa forma existem dois tipos de colheita de cocos maduros: colheita dos frutos caídos ou colheita retirando-se o fruto da árvore.

A colheita de frutos caídos é mais econômica e prática. Contudo, devido as perdas que ocorrem no chão, particularmente, quando há muita vegetação cobrindo o terreno, oculta os frutos caídos, que ficam perdidos. Outras perdas são devido a possíveis ruptura de alguns frutos ocasionada na queda. Devido essas perdas, nem todos os cocos produzidos atingem a fase de processamento. Outra desvantagem é a impossibilidade de inspecionar a copa da árvore, e de localizar, um possível ataque de praga ou doenças.

A colheita retirando-se o fruto da árvore é feita de duas formas: Manual e semi-mecanizada. A colheita manual (escalada), apresenta uma série de inconvenientes, sendo eles: Risco de quedas dos trabalhadores (principalmente, quando o tronco está molhado), pouca eficiência de colheita, gastos com mão de obra, penosidade de trabalho, etc.

A colheita semi-mecanizada é mais eficiente em relação a manual, mas ainda depende da subida dos trabalhadores até a copa das árvores e precisa de mais de dois operadores numa mesma máquina.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi fazer um levantamento da situação da cadeia mundial da coqueicultura, avaliar os métodos de colheita existentes e desenvolver uma proposta de máquina capaz de realizar a colheita mecanizada dos frutos de cocos para as variedades híbridas e gigantes.

MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido pela empresa Real World Agronomy (Figura 1), pré encubada pelo hotel tecnológico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco – PR.

O objetivo da empresa é projetar máquinas para realização de diferentes trabalhos voltados para os setores agropecuário e de construção civil. “Queremos levar a mecanização aonde não têm e melhorar as que já existem”. A empresa atua

em pesquisas, projeção, montagem e execução de máquinas para ambos os setores. A equipe é formada pelos sócios Ricardo Pedro Pereira estudante de Engenharia mecânica pela Universidade tecnológica Federal do Paraná e pelo engenheiro agrônomo, doutorando em Agronomia da mesma instituição Wilson Henrique Tatto.

Figura 1 – Real World Agronomy – Pato Branco – PR.



Fonte: Real World Agronomy (2018).

Para se elaborar a proposta da máquina colhedora de cocos várias informações foram coletadas, divididas em ter categorias:

1. Aspectos mercadológicos:
 - Situação mundial da coqueicultura;
 - Situação brasileira da coqueicultura;
 - Utilização dos frutos de coco;
2. Aspectos agronômicos:
 - Principais variedades cultivadas;
 - Aspectos botânicos, morfológicos e sistemáticos dos coqueiros.
 - Manejo do coqueiral;
 - Espaçamento entre plantas;
 - Dimensões das árvores;
3. Estudo e proposta da máquina:
 - Métodos de colheita já existentes;
 - Elaboração de um protótipo virtual;
 - Calculo de esforços e resistência dos materiais;
 - Busca de anterioridade e redação de patente.

Todas as informações foram coletadas por meio de pesquisas virtuais, em sites, livros disponíveis na internet.

O protótipo foi desenhado através do software Solid Works, realizado a simulação de esforços pelo Ansys e a interpretação dos dados para a escolha de materiais pelo CES selector.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

1. Aspectos mercadológicos:

Situação brasileira e mundial da coqueicultura

Os resultados das pesquisas mostram que o principal mercado de comercialização de máquinas colhedoras de coco encontra-se em: Filipinas, Indonésia, Índia, Sri Lanka, Tailândia, México, Brasil e Venezuela (FAO, 2014). De acordo com a Figura 2, verifica-se que os maiores produtores mundiais são: Filipinas, Indonésia e Índia, mostrando que a comercialização dessas máquinas tem uma grande potencialidade no mercado externo.

Figura 2. Produção, área colhida e produtividade dos principais países produtores de coco, em 2012.

País	Área colhida (ha)	Produção (1.000 t)	Produtividade (1.000 t/ha)
Indonésia	3.000.000	18.000.000	6,00
Filipinas	3.573.806	15.862.386	4,44
Índia	2.132.240	10.560.000	4,95
Brasil	257.742	2.888.532	11,21
Sri Lanka	394.840	2.000.000	5,07
Vietnã	145.000	1.250.000	8,62
Tailândia	217.000	1.100.000	5,07
México	166.000	1.050.000	6,33
Papua Nova Guine	223.000	900.000	4,04
Malásia	112.093	606.530	5,41
Outros	1.892.920	5.831.389	3,08
Mundo	12.114.141,37	60.048.837,15	4,96

Fonte: FAO (2014).

Já na América do Sul os principais países produtores são Brasil, Venezuela e Guiana, como mostra a Figura 3.

Figura 3. Produção, área colhida e produtividade dos principais países produtores de coco da América do Sul, em 2012.

País	Área colhida (ha)	Produção (1.000 t)	Produtividade (1000 t/ha)
Brasil	257.742	2.888.532	11,21
Venezuela	19.000	165.000	8,68
Guiana	17.000	80.000	4,71
Colômbia	12.900	102.000	7,91
Equador	3.300	20.000	12,01
Peru	2.472	29.687	6,06
Suriname	550	4.000	7,27
Guiana Francesa	65	350	5,38
América do Sul	313.029	3.289.569	9,76

Fonte: FAO (2014).

As principais utilizações do coco são: extração da polpa (coco ralado), água de coco (cultivar anã) e fibra que se utiliza na construção civil (cultivar gigante).

O Brasil possui uma área total cultivada de 247.336 de hectares, uma produção de 1.721.451 toneladas de frutos e um rendimento médio de 7.114 kg ha⁻¹ (IBGE, 2017). Na região nordeste encontra-se 84,5 % das áreas cultivadas do território brasileiro (Figura 4), sendo a Bahia o maior estado produtor com 30,7 % do total de áreas cultivadas (75.827 ha) (Figura 5).

Figura 4. Área plantada com coqueiro, produção e produtividade de cocos nas regiões do Brasil, em 2012.

Regiões do Brasil	Área Plantada (ha)	Produção
		Valor da (mil frutos) produção (R\$)
Nordeste	208.977	1.345.962 579.899
Norte	27.314	252.406 104.676
Sudeste	20.471	315.714 182.714
Centro-Oeste	2.752	37.190 27.666
Sul	223	3.082 2.722

Fonte: IBGE (2014).

Figura 5. Área plantada com coqueiro, produção e produtividade de cocos nas regiões do Brasil, em 2012.

Estado	Produção (mil frutos)	Área plantada (ha)	Produtividade (mil frutos/ha)
Bahia	553.759	75.827	7,30
Ceará	272.060	45.202	6,01
Sergipe	242.852	39.486	6,15
Pará	231.400	23.584	9,81
Espírito Santo	173.716	10.941	15,87
Pernambuco	106.625	8.264	12,90
Rio de Janeiro	70.013	4.546	15,40
Rio Grande do Norte	62.293	20.384	3,05
Paraíba	57.456	9.817	5,85
Alagoas	29.287	6.218	4,71

Fonte: IBGE (2014).

2. Aspectos agronômicos:

Principais Cultivares:

Existem basicamente três variedades importantes de coqueiros para a agricultura brasileira: a Gigante (Typica), que tem em média 18 metros de altura, (porém existem relatos de árvores com altura superior a 30 metros), a Anã (Nana) que possui altura menor ou igual a 12 m (PASSOS & MENDONÇA, 2006) e as

variedades Híbridas que são provenientes do cruzamento natural ou artificial entre as variedades Gigante x Anã. Estima-se que da área total cultivada aproximadamente 20% são da cultivar anã 70 % das cultivares gigantes e 10 % das híbridas (WANDERLEY & LOPES, 2010).

Aspectos botânicos, morfológicos e sistemáticos dos coqueiros, manejo do coqueiral, espaçamento entre plantas e dimensões das árvores:

Na figura 6 estão apresentadas as principais características agronômicas das arvores de cocos.

Figura 6. Principais características agronômicas dos grupos varietais de coqueiro.

Características	Variedades de coqueiros		
	Anão	Híbrido	Gigante
Início da floração (ano)	2 a 3	3 a 4	5 a 7
Vida útil	30 a 40	50 a 60	60 a 80
Tamanho do fruto	Pequeno	Intermediário	Grande
Crescimento	Lento	Intermediário	Rápido
Porte (m)	8 a 10	20	35
Produção de frutos (frutos/planta/ano)	150 a 200	130 a 150	60 a 80
Produtividade de frutos (frutos/ha)	30 a 40 mil	20 a 24 mil	8 a 12 mil
Peso do fruto (g)	900	1200	1400
Peso da noz (g)	550	700	800
Peso médio albúmen sólido (g)	250	400	350
Produtividade copra (Kg)	3 a 4 mil	4 a 5 mil	2 a 2,5 mil
Teor médio de óleo (%)	25,41	66,01	67,02
Teor médio de ácido láurico (%)	50,16	50,65	52,04
Produtividade de ácido láurico (kg/ha)	380 a 510	1300 a 1700	650 a 900
Produção de água (ml)	200 a 300	400 a 550	500 ou mais
Destino produção	In natura	In natura Agroindústria	In natura Agroindústria

Fonte: Adaptado de Aragão et al. (2010).

Os espaçamentos mais recomendados são 7,5 m x 7,5 m para as variedades anãs, 8,5 m x 8,5 m para os híbridos e 9,0 m x 9,0 m e/ou 10,0 x 10,0 m para as variedades gigantes em triangulo equilátero, totalizando 205, 160 e 142 e 100 plantas por hectare. Para as cultivares Anão Verde e Pernambuco espaçamento: 8 x 8 m = 156 mudas ha⁻¹.

O tamanho dos frutos a serem colhidos, depende de seu uso final. Quando se quer utilizar a água do coco para consumo in natura, os frutos são colhidos quando estão tenros (verdes) a partir de 6 a 8 meses após abertura da espata (fase do máximo de volume de água 500 a 600 ml coco⁻¹). O coco para indústria e produção de coco ralado, o mesmo, é colhido completamente maduro, em torno de 12 a 14 meses após a abertura da espata.

3. Estudo e proposta da máquina:

Métodos de colheita existentes

Existem basicamente dois métodos de colheita, o manual e o semi-mecanizado.

A colheita manual de cocos maduros pode ser através de dois sistemas: colheita dos frutos caídos ou retirando-se o fruto da árvore. A de frutos caídos é mais econômica e prática, contudo, devido as perdas que ocorrem no chão, particularmente, quando há muita vegetação cobrindo o terreno, oculta os frutos

caídos, que ficam perdidos. Outras perdas são devido a possíveis ruptura de alguns frutos ocasionada na queda. Devido essas perdas, nem todos os cocos produzidos atingem a fase de processamento.

A colheita de frutos, subindo na árvore, apresenta uma série de inconvenientes. Há perigo, principalmente, quando o tronco está molhado, como também este método apresenta pouca eficiência. Este método não é muito eficiente, pois cocos maduros podem ser derrubados juntamente com os do mesmo cacho não maduros. O colhedor de coco, sobe na árvore com ajuda de dois laços de cordas ou peias, para cada pé, constituindo uma espécie de degrau de corda, que se desloca com o colhedor. Posteriormente corta-se os cachos com uma pequena foice na extremidade mais longa, deixando os frutos caírem no chão ou são descidos amarrados em uma corda ou cestos, para evitar as perdas.

A colheita semi-mecanizada é realizada basicamente através de máquinas plataformas que elevam um colhedor até a copa das plantas, ou seja, apesar de se utilizar a mecanização, a mão de obra humana ainda é indispensável (Figura 7).

Figura 7. Colheita semi-mecanizada de cocos



Fonte: Tratormaster, 2015.

A máquina trata-se de um sistema eletromecânico capaz de se acoplar no coqueiro, indiferentemente do formato do seu tronco, e percorre-lo, assim alcançando a altura onde se encontra os frutos. Este sistema possui também a capacidade de coletar os frutos da árvore e os direcionar para um local de armazenamento. Por simulações numéricas cogita-se um tempo de acoplagem, subida, coleta e descida entre 2 a 3 minutos dependendo da quantidade de cachos estiverem na árvore.

Caracteriza-se como um implemento agrícola, pois seu sistema funciona acoplada a um trator para melhorar seu deslocamento, configura-se como uma máquina de porte médio que pode realizar outras tarefas para a coqueicultura como a retirada de folhas mortas e a aplicação de agrotóxicos no topo das árvores.

Busca de anterioridade: através do programa computacional Orbit se encontrou cerca de 45 patentes de produtos com a finalidade de colher cocos, sendo 22 patentes só na China. Os cálculos obtidos no ensaio de tração com os cocos foram usados para dimensionar a máquina quanto a resistência mecânica dos cocos no processo de colheita.

Atualmente esse projeto de inovação está na etapa de redação de patente e construção do protótipo, tendo como meta da equipe lançar a máquina no mercado nos próximos meses. O desenho virtual já foi elaborado, mas como uma forma de proteção e sigilo da empresa, não foram apresentados nesse presente trabalho, e sim somente a ideia de como a máquina irá trabalhar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado de comercialização de máquinas colhedoras de coco encontra-se em: Filipinas, Indonésia, Índia, Sri Lanka, Tailândia, México, Brasil e Venezuela. É possível realizar a colheita mecanizada de coco diminuindo os riscos de quedas dos operados, as lesões nos frutos e aumentando a eficiência de colheita.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) campus Pato Branco – PR, pelo suporte técnico e financiamento desse projeto.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, F. E.; TUPINAMBÁ, E. A.; SIQUEIRA, E. R. **Variedades e híbridos. Coco: Produção e aspectos técnicos**. Embrapa informações tecnológicas, Brasília, DF, 2010.

CAVALCANTE, Leandro Vieira. **Os circuitos espaciais e os círculos de cooperação da produção de coco no Litoral Oeste do Ceará**. Monografia (Graduação em Geografia). Universidade Estadual do Ceará: Fortaleza, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. Rio de Janeiro, v.30 n.1 p.1-81, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisa>>.

FAO 2014. **World Production**. Disponível em: <www.faostat.org.br>.

PASSOS, M. A.; MENDOÇA, M. S. Epiderme dos segmentos foliares *Mauritia flexuosa* L. f. (*Areaceae*) em três fases de desenvolvimento. **Acta amazônica**, v. 36 p. 431-436, 2006.

WANDERLEY, M.; LOPES, G. M. Importância sócio-econômica da produção de coco seco no Brasil. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 232 p. p. 37-60, 2010.