

## PROJETO CONCEITUAL E TESTES DE MODELOS FUNCIONAIS DE MECANISMOS DESCASCADORES DE MANDIOCA

EDUARDO RORATO GUARIENTI<sup>1</sup>, LEONARDO NABAES ROMANO<sup>2</sup>,  
ANDRÉ ROGÉRIO KINALSKI BENDER<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Mecânico, Pós-graduando (bolsista CAPES), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFSM, Santa Maria/RS, (55) 99900-7388, eduardo.guarienti@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Dr., Departamento de Engenharia Mecânica, UFSM, Santa Maria/RS, romano@ufsm.br

<sup>3</sup> Prof. Dr., Departamento de Expressão Gráfica, UFSM, Santa Maria/RS, andre.bender@ufsm.br

Apresentado no  
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023  
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

**RESUMO:** Os processos produtivos da cultura da mandioca (*Manihot Esculenta Crantz*) são majoritariamente realizados de forma manual em sistemas de agricultura familiar, desde o plantio até o descasque. A mecanização do processo de retirada da casca da mandioca tem o propósito de oferecer maior segurança e menor tempo ao processo de descasque, agregando valor ao produto descascado para comercialização *in natura*. Para atender aos requisitos do consumidor no que se refere às características da qualidade da mandioca descascada, foram realizadas pesquisas de anterioridade de patentes com o intuito de identificar os principais tipos de descasque mecanizados. Partindo destes conhecimentos, três conceitos de mecanismos de descasque do tipo longitudinal foram projetados, fabricados pelo processo de impressão 3D e testados com mandiocas de comprimentos de 100 a 200 mm e diâmetros de 25 a 75 mm. O mecanismo de descasque por corte longitudinal paralelo à superfície da casca foi o conceito que apresentou o melhor resultado dentre as concepções desenvolvidas, apesar de produzir certa quantidade de perda de polpa da mandioca. Conclui-se que o descasque mecanizado, quando comparado ao descasque manual, confere segurança e agilidade ao processo, embora apresente perdas de polpa, principalmente devido às variações de forma e dimensões da mandioca, a textura da sua casca e sua relação com as características geométricas de corte fornecida pelo arranjo dos mecanismos.

**PALAVRAS-CHAVE:** processo de descasque, raiz, remoção de casca.

## CONCEPTUAL DESIGN AND TESTING OF FUNCTIONAL MODELS OF CASSAVA PEELING MECHANISMS

**ABSTRACT:** The production of cassava (*Manihot Esculenta Crantz*) is usually carried out manually in family farming systems. The mechanization of the cassava peeling process has the purpose of offering greater safety and less time process, adding value to the product for commercialization “in natura”. To meet consumer demands regarding the quality characteristics of peeled cassava, research was conducted in patent databases to identify the main types of peeling. Three concepts of longitudinal peeling mechanisms were designed, manufactured by the 3D printing process, and tested with cassava of lengths from 100 to 200 mm and diameters from 25 to 75 mm. The peeling mechanism by longitudinal cutting parallel to the surface of the bark was the concept that presented the best result among the developed conceptions, despite producing a small amount of cassava pulp loss. It is concluded that the process of mechanized peeling of cassava confers safety and productivity when compared to manual peeling, although it presents some loss of pulp, mainly due to variations in the shape

and dimensions of cassava, in the texture of its bark and its relationship with the geometric characteristics of cutting provided by the arrangement of mechanisms.

**KEYWORDS:** peeling, peeling process, root.

**INTRODUÇÃO:** A *Manihot Esculenta Crantz*, mandioca ou aipim trata-se de uma raiz comestível fibrosa tradicionalmente tropical, originária da América do sul, fundamental para a alimentação (ADETAN *et al.*, 2003). É uma cultura tolerante a seca e capaz de crescer e se desenvolver em solos com poucos recursos, em especial em solos com baixos teores de umidade (MASAMBA *et al.*, 2022). Para consumir as raízes da mandioca, as camadas de casca são sempre removidas, pois as cascas não possuem valor energético e proteico para o consumo humano, assim, a mandioca descascada confere o aspecto desejável ao produto (OYEDELE, *et al.*, 2019). No Brasil, a produção de mandioca de mesa para comércio *in natura* é originária da agricultura familiar e, por este fato, apresenta um processo produtivo lento e geralmente manual, desde o preparo do solo, plantio, cultivo, colheita, limpeza e descasque (SEVERO, 2012; BENDER, 2015). Desta forma, o processo de descasque manual exige grande esforço físico, é considerado perigoso pois requer o uso de ferramentas cortantes, requerendo habilidades e cuidados para evitar ferimentos, o que nem sempre é conseguido quando se trata do descasque de grandes quantidades de mandioca (e.g. uma pessoa com experiência pode descascar até 200 kg por dia – BENDER, 2015). Neste sentido a mecanização do descasque busca solucionar os riscos operacionais e aumentar a agilidade do processo produtivo (NATHAN; UDOSEN, 2017). Os sistemas de descasque transversal de Nathan e Udosen (2017) e Alli e Abolarin (2019) demonstram resultados para o descasque de mandiocas destinadas para fabricação de derivados como farinhas. Entretanto os sistemas de descasque longitudinal de Severo (2012) e Bender (2015) são aqueles que demonstraram resultados semelhantes ao descasque manual aceitáveis pelos consumidores para o comércio *in natura*. Este trabalho tem como objetivo desenvolver mecanismos de descasque aplicáveis em sistemas técnicos mecânicos para o comércio de mandioca *in natura*, os quais sejam capazes de proporcionar uma qualidade de descasque similar ao realizado manualmente, garantindo a segurança do processo em tempo reduzido, com o intuito de aplicação em ambiente de agricultura familiar.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A pesquisa iniciou pela revisão e análise de projetos anteriores durante a fase de Projeto Informacional para confirmar os principais requisitos de cliente e de projeto referentes ao sistema de descasque de mandioca e características aceitáveis do produto descascado. Para identificar os tipos de descasque, fez-se a coleta de dados sobre descasque longitudinal, ferramentas manuais, sistemas técnicos e máquinas existentes no mercado. Também, foram feitas pesquisas de patentes na base de dados *Espacenet* (<https://worldwide.espacenet.com/patent/>) com a palavra-chave “peeler” para identificar conceitos aplicados a outros alimentos como frutas, vegetais ou legumes, mas com potencial de aplicação em raízes como a mandioca. Na segunda fase (Projeto Conceitual) foi estabelecida a estrutura funcional do processo de descasque longitudinal para identificar a função parcial de “Descascar” a casca da polpa (FP3, Figura 1). Para esta função foram gerados 3 conceitos de mecanismos. Na terceira fase (Projeto Preliminar) os mecanismos foram modelados em um sistema CAD, considerando-se o processo de fabricação por impressão 3D do tipo FDM, usando como material o PLA, de modo a agilizar o processo de testes de prova de conceito. Uma vez impressos, na quarta fase (Projeto Detalhado), os mecanismos foram montados em um sistema técnico (ST) estrutural e foram testados individualmente com mandiocas recém-colhidas, em segmentos cortados de 100 a 200 mm de comprimento, com diâmetros de 25 a 75 mm.

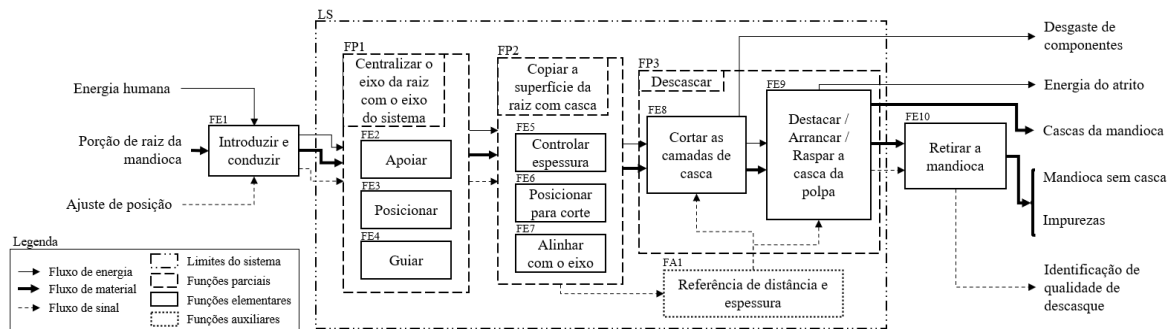


FIGURA 1. Estrutura funcional de um sistema técnico mecânico para descasque de mandioca.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Cada concepção de mecanismo foi montada no ST estrutural separadamente. As mandiocas foram inseridas no ST e deslocadas pela aplicação de força axial para o interior do sistema. Na primeira concepção, o mecanismo de descasque (Figura 2a) realiza o corte longitudinal perpendicular à superfície da mandioca por meio de uma lâmina, seguido de uma operação de destaque para a separação das camadas da casca pelo uso de uma haste semirrígida. Para este conceito verificou-se a realização do corte das camadas da casca de maneira adequada, entretanto apresentou dificuldades no destaque da casca devido a penetração da haste semirrígida na polpa da mandioca. A segunda concepção do mecanismo de descasque (Figura 2b), realiza o corte longitudinal perpendicular à superfície da mandioca por meio de uma lâmina e subsequente raspagem das camadas de casca pelo uso de duas hastes rígidas solidárias à lâmina de corte. Para este conceito o corte das camadas de casca foi realizado adequadamente, bem como a remoção das camadas de casca por raspagem, entretanto com falhas de descasque. A terceira concepção do mecanismo de descasque (Figura 2c) apresenta o corte longitudinal paralelo à superfície da mandioca, efetuando o corte das camadas da casca com efetividade de avanço e agilidade.

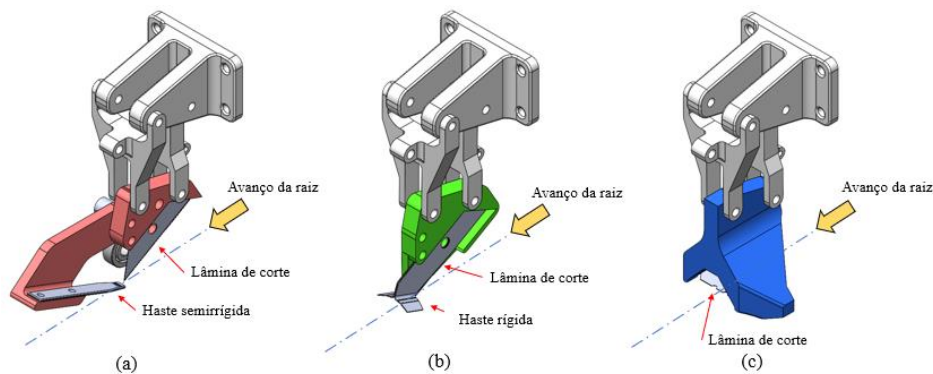


FIGURA 2. Representação isométrica das concepções de mecanismo de descasque de mandioca: (a) Corte longitudinal perpendicular e destaque; (b) Corte longitudinal perpendicular e raspagem; e, (c) Corte superficial longitudinal paralelo.

Nos testes de prova de conceito dos mecanismos apresentados, o conceito (a) não efetuou o descasque das raízes, o conceito (b) efetuou o descasque parcial de camadas superficiais de casca e o conceito (c) efetuou o descasque como o esperado, entretanto com características geométricas planas devido ao uso de lâmina de corte paralelo à superfície da mandioca (Figura 3). Os três conceitos tiveram aceitação adequada as variações de diâmetro 25 a 75 mm das mandiocas utilizadas, porém somente o conceito (c), por corte superficial longitudinal

paralelo, foi o que efetuou o descasque completo nas mandiocas com comprimentos de 100 a 200 mm.

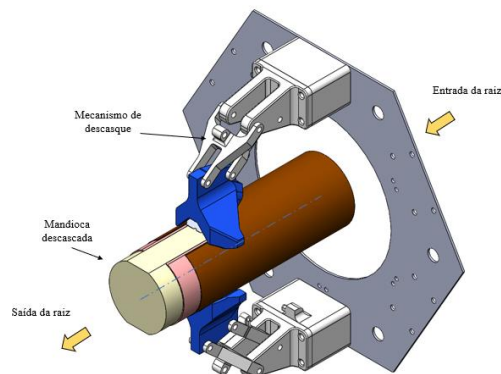


FIGURA 3. Representação tridimensional do descasque por corte em paralelo à superfície.

**CONCLUSÕES:** O descasque longitudinal de raízes de mandioca é uma solução viável para a substituição do descasque manual e aplicação em contexto de agricultura familiar destinado ao comércio de mandioca *in natura*. O descasque por corte em paralelo a superfície – concepção (c) – foi o conceito que melhor resultado apresentou considerando as variações de comprimento e diâmetro testados, oferecendo segurança sem a necessidade de ajustes manuais. Conclui-se que, embora existam pequenas perdas de polpa de mandioca no descasque realizado pela concepção (c), esta confere maior agilidade e produtividade ao processo de descasque.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem ao CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e à UFSM (Universidade Federal de Santa Maria) pelo apoio e financiamento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS:

ADETAN, D.A. *et al.*. **Characterisation of some properties of cassava root tubers.** Journal of Food Engineering 59 (2003) 349-353. doi:10.1016/S0260-8774(02)00493-4.

ALLI, O.D.; ABOLARIN, M.S. **Design Modification of a Cassava Attrition Peeling Machine.** International Conference on Engineering for Sustainable World. Journal of Physics: Conference Series, 1378 (2019) 032029. doi: 10.1088/1742-6596/1378/3/032029.

BENDER, A. R. K. **Desenvolvimento de concepção de mecanismo para a retirada da casca da mandioca.** 171p. ; 30cm. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2015.

MASAMBA, K. *et al.*. **Exploring Farmers' Knowledge and Approaches for Reducing Post-Harvest Physiological Deterioration of Cassava Roots in Malawi.** Sustainability 2022, 14,2719. <https://doi.org/10.3390/su14052719>. <https://www.mdpi.com/journal/sustainability>.

NATHAN, C.; UDOSIN, U. J. **COMPARATIVE ANALYSIS OF TYPE 1 AND TYPE 2 CASSAVA PEELING MACHINES.** Nigerian Journal of Technology (NIJOTECH) Vol. 36, No. 2, April 2017, pp. 469-476. <http://dx.doi.org/10.4314/njt.v36i2.21>.

OYEDELE, S.T. *et al.*. **Design and Fabrication of a Wet Mechanical Brushing Unit for Lye Pre-treated Cassava Root.** International Conference on Engineering for Sustainable World. Journal of Physics: Conference Series, 1378 (2019) 022083. doi: 10.1088/1742-6596/1378/2/022083.

SEVERO, R. F. **Projeto conceitual e experimento do modelo funcional de um descascador de mandioca.** 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.