

PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO PARA FERRAMENTAS DE DESCASQUE DE RAÍZES DE MANDIOCA

Autor: Eduardo Rorato Guarienti

Orientador: Dr. Leonardo Nabaes Romano

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima n° 1000 Cidade Universitária, Bairro – Camobi, Santa Maria – RS, 97105-900.

eduardo.guarienti@gmail.com; leo.nabaes.romano@gmail.com

Resumo: O processo de remoção de casca de raízes de mandioca ou descasque ainda é pouco difundido tecnologicamente, sendo difundido o descasque manual. Apesar de conferir aspectos desejáveis em qualidade para a mandioca descascada, o processo manual oferece potenciais riscos para a saúde humana. A evolução de tecnologias no processo de criação de princípios de solução e concepções com o auxílio de processo de desenvolvimento integrado – PRODIP, junto com processos criativos na determinação de sistemas técnicos mecânicos, são necessárias e buscam solucionar os desafios do descasque mecanizado de raízes de mandioca. Este trabalho tem como objetivo a exploração de princípios de solução de ferramentas para o corte longitudinal e separação das camadas de casca de raízes de mandiocas, que possam ser utilizadas como recurso técnico na aplicação de máquinas e sistemas técnicos mecânicos, oferecendo qualidades semelhantes ao descasque manual e aumento de produtividades quantitativas para a aplicação. Neste contexto foram analisados quatro diferentes princípios de solução para a função de descasque, e o que princípio que teve melhores resultados foi o de separação por corte longitudinal por raspagem.

Palavras chave: Descasque de raízes, raízes de mandioca, princípios de solução, ferramentas de descasque, PRODIP.

1. INTRODUÇÃO

A *Manihot Esculenta* Crantz é a cultura de mandioca, macaxeira ou aipim, originalmente encontrada na América do Sul, em especial o Brasil, é fonte de alimentação básica. É uma cultura tolerante a secas capaz de crescer em solos pobres, sem grandes recursos, com relativa afinidade em solos com baixa umidade (NATHAN; UDOSEN, 2017), (MASAMBA et al, 2022).

A mandioca é uma raiz comestível fibrosa radicular que se desenvolve na base da planta formando entre 5 e 10 tubérculos, que são identificadas pelas duas extremidades com aspectos de cone e parte central alongada com variações de diâmetro. É composta pela polpa de coloração esbranquiçada ou creme no interior do tubérculo, coberta por camadas de casca de coloração marrom e rosadas (ADETAN et al, 2003).

Para o consumo da mandioca é necessário que as camadas de casca sejam separadas da polpa, ao passo que são impróprias para o consumo humano. Este processo é comumente chamado de “descasque”, e deve ser realizado imediatamente após a colheita e não demorado, uma vez que a natural umidade da raiz faz com que em poucas horas dê início ao processo de deterioração fisiológica (MASAMBA et al, 2022).

As operações de processamento das raízes de mandioca consistem em: pré-lavar, descascar, lavar, ralar, prensar, moer, peneirar, cozinhar e fritar. Estes processos podem variar conforme o produto final, sendo bastante comum o

consumo da mandioca in natura cozida, farinhas e derivados (OGUNNIGBO et al, 2021).

O processo de descasque exige evolução tecnológica pois atualmente ainda é a etapa que envolve o emprego de trabalho manual, o que não desejável, pois é concebido a partir do uso de elementos cortantes como facas, navalhas e canivetes.

O descasque manual, embora apresente aspectos desejáveis qualitativamente satisfatórios ao produto, é também desgastante, trabalhoso, demorado, com possibilidades reais de lesões por corte e amputações. Por este fato, pode-se considerar o descascamento manual prejudicial a saúde daqueles que o efetuam.

Diferentes estudos relatam os esforços de desenvolvimento de concepções e princípios de solução como alternativas para o descasque manual. O processo pode variar desde a remoção por abrasão com o uso de raspadores e transportadores Nathan & Udosen (2017), Nathan et al (2017) e Alli & Abolarin, (2019); remoção por reação química com ácido clorídrico (OYEDELE et al, 2019); remoção com auxílio de pré-tratamento por congelamento (BARATI et al, 2019); corte e raspagem longitudinal com auxílio de fios de nylon (SEVERO, 2012); e corte longitudinal e destacamento por hastes semi-rígidas (BENDER, 2015).

Os estudos de Severo (2012), Bender (2013) e Bender (2015) fornecem a base da idealização, evolução e provas de conceito de sistemas técnicos para as operações de corte e separação. Assim como este trabalho desenvolvidos no

Laboratório de Projeto de Sistemas Técnicos - LPST na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Os estudos de Adetan et al (2003) demonstram resultados encontrados das médias de diâmetro de raiz (d), espessura de casca (t), ângulo de conicidade da superfície (α), força de penetração (F), comprimento de raiz (l) e proporção de peso de casca (p) serviram de base para a determinação de medidas iniciais dos princípios de solução deste trabalho.

As camadas de casca podem ser espessas, ásperas, finas ou lisas, com reentrâncias ou fendas, e sua espessura pode variar conforme o diâmetro da raiz (ADETAN et al, 2003).

Neste sentido, a busca de soluções para o descasque de raízes de mandioca são menos triviais do que possam parecer, principalmente por considerar as características e irregularidades físicas das raízes (diâmetro, espessuras, concavidades, reentrâncias e fendas).

Portanto, existe a necessidade de avanços tecnológicos no corte longitudinal e separação de casca de raízes de mandioca por sistema técnico mecânico que seja capaz de fornecer um descasque eficiente quantitativamente e qualitativamente semelhante ao descasque manual.

Este trabalho tem como objetivo um estudo exploratório na busca de princípios de soluções para conceitos de ferramentas para o corte longitudinal e separação por corte ou destaque da casca de raízes de mandioca.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Com o intuito de contribuir para a evolução dos trabalhos anteriores desenvolvidos no Laboratório de Projeto e Sistemas Técnicos - LPST, concebidos por Severo (2012), Bender (2013) e Bender (2015), uma pesquisa exploratória de ferramentas para a execução das funções de corte longitudinal e separação do sistema técnico para descasque de mandiocas.

Este trabalho foi desenvolvido tendo como base no modelo de referência das fases de projeto informacional e conceitual do *Processo de desenvolvimento integrado de produto* – PRODIP, aperfeiçoado de um *Modelo de Referência para processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas* – MRPDMA, apresentado por Romano (2003).

Também com o auxílio de ferramentas de análise e síntese, métodos de seleção, lista de requisitos, estrutura funcional e matriz morfológica do *Projeto na Engenharia – Fundamento do Desenvolvimento eficaz de produto, método e aplicações*, concebido por Pahl et al (2019).

A partir das análises das anterioridades, uma síntese das especificações de projeto com lista de requisitos, foi possível determinar parâmetros de operação do sistema técnico mecânico.

Em posse dos principais requisitos operacionais, a estrutura funcional foi montada, a fim de chegar nas funções elementares, e assim foi possível determinar a existência da necessidade de idealizar diferentes princípios de solução para ferramentas de corte e separação da casca da raiz da mandioca.

Neste sentido, com o uso de ferramenta CAD e impressão 3D foi possível modelar e conceber mockups digitais e modelos de possíveis ferramentas. A partir da interação e testes em laboratório possibilitou a determinação da solução que satisfaz as especificações de projeto e lista de requisitos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados foram divididos conforme categorias, sendo eles: separação longitudinal sem corte por destacamento, separação com corte longitudinal por destacamento e separação por corte longitudinal por raspagem.

Para a separação longitudinal sem corte, duas possíveis soluções foram desenvolvidas, a primeira Fig 1, é uma espécie de ponteira que deve ser inserida entre a polpa e as camadas de casca, no entanto sem resultados positivos devido a dificuldades encontradas no posicionamento e manutenção da separação.

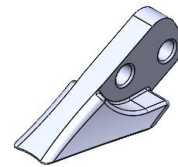


Figura 1. Separador longitudinal sem corte (a)

A Figura 2, da mesma forma que o separador longitudinal sem corte, possibilitou o afastamento em relação a raiz de mandioca, e agora com o uso de uma haste semi-rígida para o auxílio durante o destacamento e maior controle na manutenção do contato entre a polpa e camadas de casca. Os resultados foram positivos nos testes, no entanto ainda com certas dificuldades da manutenção da posição correta.

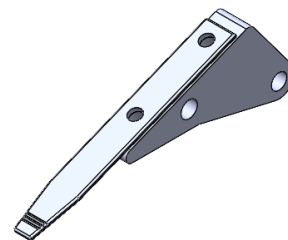


Figura 2. Separador longitudinal sem corte (b)

Para a separação com corte longitudinal e destacamento, a ferramenta é composta de três principais elementos, porta-ferramenta, haste semi-rígida e lâmina de corte Fig 3. Sendo caracterizada por uma ferramenta combinada com corte e destacamento. O corte se demonstrou eficaz no filetamento das camadas de casca, no entanto a haste semi-rígida não executou a função desejada.

Em função da haste semi-rígida usados nos princípios de solução anteriores não terem apresentado resultados satisfatórios a estratégia foi substituída por hastes rígidas. A haste rígida por característica impede a movimentação oscilatória (cima, baixo), e também movimentos aleatórios não desejados.

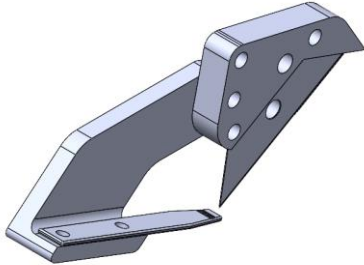


Figura 3. Separador com corte longitudinal por destacamento

Na Figura 4 é possível identificar o porta-ferramentas, duas hastes rígidas (esquerda e direita), e entre as hastes está a lâmina de corte, sendo o conjunto denominado ferramenta.

O princípio de solução para separação por corte longitudinal por raspagem foi a ferramenta que melhores resultados foram obtidos. Neste caso o filetamento (assim como no anterior) se demonstrou bastante eficiente no corte das camadas de casca, da mesma forma as hastes rígidas efetuaram a função de remover partes das camadas mais externadas das raízes das mandiocas.

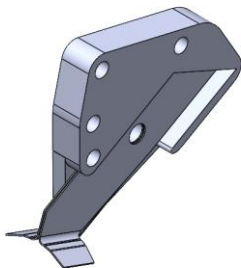


Figura 4. Separação por corte longitudinal por raspagem

Por serem rígidas as hastes efetuaram a função de raspagem, e assim a remoção de partes da casca, no entanto em alguns momentos, devido as reentrâncias e fendas das superfícies das raízes, parte da polpa eram arrancadas. Além disso, pequena porção de casca foram removidas, o que exigia mais de uma passagem para a remoção completa da casca.

4. CONCLUSÕES

Considerando que o processo de remoção de casca de raízes de mandioca ainda é largamente difundido de forma manual, este trabalho teve como objetivo explorar alternativas de ferramentas que possam ser utilizados em mecanismos de sistemas técnicos mecânicos e protótipos

de produtos para o descasque longitudinal de raízes de mandioca.

Com o auxílio de ferramentas de projeto para determinação síntese e análise de informações de trabalhos anteriores e processos de criação por desenhos CAD, mockups e protótipos, quatro princípios de solução foram analisados em testes de laboratório a fim de se analisar o comportamento dinâmico destas ferramentas de separação de casca, para que sirvam de recurso na aplicação em concepções de sistemas técnicos mecânicos.

Assim, das quatro ferramentas apresentadas, a que melhor apresentou resultados satisfatórios foi o Separador por corte longitudinal por raspagem, com hastes rígidas.

5. AGRADECIMENTOS

Projeto de pesquisa financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – (CAPES).

6. 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. And. 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.
- BARATI, Z. et al. Freeze-Thaw Pre-Treatment of Cassava Tubers to Improve Efficiency of Mechanical Peeling. *Applied Sciences. Appl.Sci.* 2019, 9, 2856,doi:10.3390/app9142856. www.mdpi.com/journal/applsci.
- BENDER, A. R. K. Projeto e construção de um sistema técnico para descasque de mandioca. 120 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.
- BENDER, André Rogério Kinalski. Desenvolvimento de concepção de mecanismo para retirada da casca de mandioca. 171 p.; 30cm. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2015.
- NATHAN, C. And. UDOSEN, U. J. COMPARATIVE ANALYSIS OF TYPE 1 AND TYPE 2 CASSVA 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>.
- NATHAN, C. et al. COMPARATIVE ANALYSIS OF TYPE 3 AND TYPE 4 CASSVA PEELING MACHINES. *Nigerian Journal of Technology (NIJOTECH)* Vol. 36, No. 4, April 2017, pp. 1088-1094. <http://dx.doi.org/10.4314/njt.v36i4.14>.
- 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>.

- 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.
- PAHL, G. et al. Projeto na engenharia: fundamentos do desenvolvimento, eficaz de produtos, métodos e aplicações, 1ª ed. 2005. Tradução da 6ª edição alemã. 2019, Editora Blucher – São Paulo – SP.
- ROMANO, L. N. Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas. 266 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- 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.