

FUNDAÇÃO MATIAS MACHLINE

Ouric: Mecanismo automático de corte e separação da fruta Ouriço-do-brasil

Manaus, AM

2024



José Vinicius Barros Carneiro

Lívia Letícia Lêdo Barbosa

Geison da Costa Barroso

Emerson Leão Brito do Nascimento

Ouric: Mecanismo automático de corte e separação da fruta Ouriço-do-brasil

Relatório apresentado à 8ª FEMIC - Feira Mineira de Iniciação Científica.

Orientação do Prof. Emerson Leão Brito do Nascimento e coorientação do Prof. Geison Barroso da Costa.

Manaus, AM

2024



RESUMO

A crescente necessidade de práticas agrícolas mais seguras e sustentáveis impulsiona a inovação na cadeia produtiva da castanha-do-brasil. Neste contexto, este estudo teve como objetivo geral desenvolver um mecanismo automatizado para corte e separação da fruta ouriço-do-brasil, visando reduzir o esforço manual dos agricultores e minimizar os riscos de contaminação por fungos. A pesquisa é de natureza exploratória e aplicada, adotando uma abordagem hipotético-dedutiva, fundamentada em revisão bibliográfica e pesquisa aplicada. Os resultados evidenciaram a eficácia do protótipo, alcançando 82,5% de eficiência no corte e na separação das castanhas, sem danificá-las. Isso não apenas melhora a segurança e a eficiência do trabalho agrícola, mas também contribui para a qualidade do produto, reduzindo a exposição das castanhas a condições que favorecem o crescimento de fungos, como as aflatoxinas. A implementação deste mecanismo representa um avanço significativo para o setor, promovendo práticas de colheita mais seguras e produtivas e, assim, garantindo maior segurança alimentar ao consumidor. Conclui-se que a automação do processo de extração da castanha-do-brasil não só atende às necessidades dos agricultores, mas também promove a sustentabilidade e a saúde pública.

Palavras-chave: Ouriço-do-brasil; Castanha-do-brasil; Automação.



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 JUSTIFICATIVA	6
3 OBJETIVO GERAL	7
4 METODOLOGIA	8
5 RESULTADOS OBTIDOS	9
6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS	10
REFERÊNCIAS	11



1 INTRODUÇÃO

A segurança alimentar, um tema de crescente relevância mundial, exige a implementação de sistemas eficientes de rastreabilidade ao longo da cadeia produtiva. No setor avícola, a ausência de identificação individual dos ovos tem sido um obstáculo para a garantia da qualidade e a rápida identificação de possíveis contaminações.

Neste contexto, o presente estudo propõe o desenvolvimento de uma máquina tampográfica para a marcação individual de ovos de galinha, visando atender à demanda por maior rastreabilidade e segurança alimentar. A motivação para este trabalho reside na necessidade de responder a questões como: como rastrear falhas em lotes específicos e como retirar do mercado produtos contaminados de forma eficiente?

A importância da rastreabilidade na produção de ovos é corroborada por diversos estudos, que evidenciam a relação entre a identificação precisa dos produtos e a redução de riscos à saúde pública. Freire e Shecaira (2020) destacam o aumento de contaminações por doenças transmitidas por alimentos e a importância da rastreabilidade como ferramenta para combater esse problema. Ribeiro (2021) complementa essa discussão, enfatizando que a rastreabilidade permite a identificação rápida da origem de um problema, possibilitando ações corretivas eficazes e reduzindo custos associados a recall de produtos.

O estado de Pernambuco, por meio do Decreto nº 9.013/2017, já reconheceu a importância da rastreabilidade e tornou obrigatória a marcação individual de todos os ovos comercializados em seu território. Essa legislação demonstra a crescente conscientização sobre a necessidade de garantir a segurança alimentar e a qualidade dos produtos avícolas.



2 JUSTIFICATIVA

O fruto conhecido como ouriço contém sementes angulosas que abrigam amêndoas de elevado potencial econômico. Essas amêndoas são amplamente utilizadas para fins alimentícios devido ao seu alto valor nutricional, sendo ricas em proteínas, carboidratos e gorduras. Além disso, são importantes fontes de selênio, magnésio e tiamina, e seu óleo pode ser empregado tanto na culinária quanto na produção de cosméticos, como hidratantes para a pele (Benchimol et al., 2014).

Segundo o IBGE (2023), a produção nacional de castanha-da-amazônia alcançou 33.406 toneladas em 2021, resultando em um faturamento superior a 142 milhões de reais com a comercialização. O principal estado produtor foi o Amazonas (35%), seguido do Acre (29%), Pará (18%), Roraima (6%) e, em menor escala, Mato Grosso, Rondônia e Amapá.

Nos últimos anos, a castanha-da-amazônia se destacou como uma fonte de renda vital para as comunidades extrativistas, especialmente após o fim do ciclo da borracha. A coleta da castanha é uma atividade que não causa danos ambientais, contribuindo para a preservação das florestas e dos territórios (IDAM, 2020). De acordo com dados de 2019 da International Nut and Dried Fruit Council Foundation, 35% da produção brasileira de castanha-da-amazônia é destinada à exportação, enquanto 65% atende ao consumo interno (INC, 2019 citado por Bioeconomia..., 2023). No entanto, o Brasil perdeu a posição de maior exportador para a Bolívia, enfrentando dificuldades em aprimorar seu processo produtivo e atender às exigências do mercado europeu quanto à redução da presença de aflatoxinas (Coslovsk, 2021). Essas aflatoxinas, micotoxinas com ação carcinogênica, são produzidas principalmente pelos fungos *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* e *A. nomius*.

Diante desse cenário, a automação do corte e separação da castanha-do-brasil se torna essencial para proporcionar maior segurança aos agricultores e aumentar a eficiência do processo. Atualmente, o corte manual da castanha é uma tarefa arriscada e ineficiente, expondo os trabalhadores a acidentes graves e comprometendo a qualidade do produto. Com a implementação de um sistema automatizado, espera-se que o risco



de acidentes seja drasticamente reduzido, além de otimizar o tempo e garantir a integridade das castanhas durante a extração.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Desenvolver uma máquina de corte da fruta ouriço-do-brasil e extração da castanha-do-brasil.

3.2 Objetivos específicos

- Levantar literatura;
- Realizar teste de resistência da fruta;
- Verificar métodos de separação entre a o ouriço e as castanhas;
- Desenvolver o maquinário;
- Desenvolver quadro elétrico;



4 METODOLOGIA

O objetivo principal desta pesquisa é desenvolver uma solução que reduza o esforço manual dos agricultores e minimize os riscos associados ao processo de extração da amêndoa da castanha-do-brasil. Utilizando o método hipotético-dedutivo, formulam-se hipóteses para orientar a investigação. O estudo é de natureza exploratória, visando compreender a problemática em questão, além da comprovação da necessidade de aplicações práticas da eletromecânica no meio manual de agricultores.

A estratégia de busca envolveu a combinação de termos relacionados ao tema da pesquisa, como "Esforço manual no corte da fruta", "Importância da castanha-do-brasil", "prejuízos enfrentados pelo agricultor" e "demora na extração". A partir da análise, discussões foram conduzidas utilizando métodos qualitativos para analisar os dados e identificar as abordagens mais comuns nas publicações encontradas.

Com o problema de pesquisa confirmado, iniciou-se o desenvolvimento da parte mecânica, elétrica e da programação em ladder com o CLP, para a programação dos motores e do atuador, além do Solid Edge 2021 para o design da estrutura mecânica. Posteriormente, realizou-se a compra e os testes dos componentes, dando início à montagem física do projeto.

Para a montagem física do projeto, levou-se em consideração tais métodos de corte, e ocasionou estudos técnicos e mecânicos sobre sistema de transmissão, foi essencial realizar um estudo detalhado do desempenho de corte do atuador linear. Isso implica a avaliação criteriosa de fatores como eficiência, durabilidade, segurança e compatibilidade com o restante do sistema. Testes práticos foram fundamentais para garantir que o sistema atendesse de forma eficaz e segura às necessidades de corte.

O projeto do sistema de transmissão teve que levar em consideração os requisitos específicos da aplicação, como a necessidade de aumentar o torque disponível para melhorar a capacidade de corte, especialmente ao lidar com materiais densos como a casca amadeirada da fruta ouriço-do-brasil.



Inicialmente, definiu-se o objeto de estudo e realizaram-se testes relacionados a ensaios mecânicos com a fruta (Figura 1), para determinar as melhores técnicas de corte e separação, levando em consideração a resistência da casca, onde primeiro foi analisado o corte a partir do instrumento facão feito pelos agricultores manualmente.

Figura 1: O primeiro ensaio mecânico com o corte do ouriço.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Após tal teste manual, foi observado o teste pela morsa (Figura 2), onde simularia a função do atuador linear de 8000N, e foi constatado a necessidade de uma lâmina uma distância específica para não danificar as castanhas.

Figura 2: O segundo ensaio mecânico com a morsa.



Fonte: Autoria própria, 2024.



Desenvolveu-se um protótipo utilizando uma barra de viga U simples 45 X 17mm (Figura 3), proporcionando um suporte para o atuador e o berço da fruta. A construção incluiu o planejamento cuidadoso das soldas e reforços, assegurando a integridade estrutural mesmo sob as cargas dinâmicas geradas pelo atuador em operação.

Os materiais escolhidos para o suporte e seus componentes foram selecionados com base em critérios de resistência à corrosão e desgaste, uma vez que o ambiente de operação envolve contato frequente com substâncias orgânicas e umidade.

Figura 3: Protótipo de corte automático.



.Fonte: Autoria própria, 2024.

A lâmina utilizada na etapa de corte do ouriço-do-Brasil foi desenvolvida pelos membros do projeto, empregando técnicas de usinagem. O processo de fabricação da lâmina envolveu o uso de um torno mecânico, onde foram realizadas operações de fresagem para obter a geometria e o afilamento necessários para um corte (Figura 4).

Inicialmente, foi selecionado um material para a lâmina, levando em consideração sua dureza e resistência ao desgaste.

Foi selecionado um bloco de aço para a lâmina, considerando sua dureza e resistência ao desgaste. O aço foi fixado em um torno mecânico e submetido a operações de fresagem, onde a geometria da lâmina foi moldada(Figura 5), garantindo um perfil que permitisse um corte limpo e preciso do mesocarpo e exocarpo do ouriço-do-Brasil.



Além disso, foi projetado e impresso em 3D um berço específico para o ouriço. Este berço foi cuidadosamente testado para assegurar que a fruta caísse corretamente no funil, garantindo um alinhamento adequado para o corte subsequente. Os testes envolveram diversas simulações de quedas para ajustar a geometria do berço, garantindo que a fruta não sofresse danos e que a lâmina pudesse realizar o corte com máxima precisão.

Figura 5: Desenvolvimento da lâmina no torno.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Após a fresagem, a lâmina passou por um processo de afiação, visando obter um corte uniforme e extremamente afiado. Este processo de afiação é importante para garantir a eficiência da lâmina no corte das camadas duras do ouriço, minimizando a força necessária e aumentando a segurança do operador.

Os testes realizados com a lâmina afiada demonstraram sua eficácia no corte do ouriço, com resultados consistentes em termos de precisão e limpeza do corte. A lâmina é integrada ao atuador linear.

Figura 6: Teste de eficiência da lâmina.



Fonte Autoria própria,2024.

Na etapa de separação, um funil é empregado para separar as castanhas da casca do ouriço com base no tamanho (Figura 7). Este funil direciona as partes separadas para caminhos distintos, facilitando a coleta das castanhas e a eliminação da casca do ouriço, onde pode ser utilizada para diversas produções artesanais para desenvolvimento econômico regional.

Figura 7: Protótipo soldado.



Fonte: Autoria própria, 2024.



Após a conclusão da montagem mecânica, foi iniciado o desenvolvimento do quadro elétrico, que integra tanto o circuito de força quanto o de comando e a programação em ladder no CLP DVP 14SS2. Este quadro foi projetado para ser instalado a uma distância previamente calculada, visando garantir que o operador não tenha contato direto com o atuador linear, reduzindo, assim, os riscos de acidentes. A instalação segue rigorosamente as normas de segurança aplicáveis, assegurando assim que as mãos do operador estejam fora da zona de perigo durante o funcionamento da máquina.

5 RESULTADOS OBTIDOS

A modelagem da máquina desenvolvida para o processamento do ouriço-do-brasil envolve duas etapas distintas: a fase de quebra e a fase de separação do ouriço. Na fase de quebra, um berço foi projetado para fixar a fruta, permitindo um corte eficiente. Um atuador linear, com capacidade de 8000 N e curso de 150 mm, equipado com uma lâmina em sua extremidade, sendo empregado para cortar tanto o mesocarpo quanto o exocarpo do ouriço-do-brasil. Durante os testes, foi observado que a distância do atuador em relação à fruta é crucial para obter um corte preciso e eficiente. A lâmina deve ser fixada adequadamente para garantir um corte limpo e minimizar danos nos endocarpo(castanhas), além de garantir a segurança do operador. (Figura 8).

Figura 8: Protótipo de corte automático final.



Fonte:Autoria própria,2024.



Esse processo, que tradicionalmente demandaria tempo e esforço dos pequenos agricultores, foi otimizado pelo projeto, permitindo a realização do corte da fruta e a extração da castanha, um processo, que antes demandava horas, agora é realizado em menos de 2 minutos por ouriço, com testes realizados pela equipe do projeto, a máquina foi capaz de quebrar e extrair castanhas de 450 ouriços em um período de 15 horas, o que equivale a aproximadamente 30 ouriços processados por hora. Essa eficiência permite uma produção em larga escala, o que pode atender tanto ao mercado local quanto à demanda nacional e internacional.

O controle do maquinário é feito por meio de botoeiras e sinaleiras, garantindo um sistema intuitivo e de baixo custo, acessível aos agricultores. As botoeiras controlam diretamente o atuador, e luzes de sinalização indicam o status do sistema, como o funcionamento do atuador e o modo de operação (manual ou automático). Esse design simplificado reduz custos de produção e facilita o uso para pequenos agricultores, que podem preferir um sistema menos complexo.

A segurança do operador foi assegurada através de um quadro estrategicamente posicionado e um enclausuramento robusto que mantém uma distância segura entre o usuário e as partes móveis da máquina. Esse design previne acidentes, permitindo que o operador alimente manualmente o ouriço na máquina sem risco de contato direto com as lâminas de corte. Além disso, a estrutura da máquina foi otimizada para maximizar a eficiência de corte e extração, preservando a integridade das castanhas durante todo o processo.

Em relação a etapa de separação, um funil é utilizado para distinguir as castanhas das cascas do ouriço com base no tamanho. As cascas divididas possuem aproximadamente 7,5 cm, enquanto as castanhas-do-brasil geralmente apresentam dimensões de 3 a 6 cm de comprimento e 1,5 a 3 cm de largura. O funil direciona as cascas do ouriço para caminhos distintos por meio de dois motores acoplados à sua estrutura: um motor DC de 12 V. Com todos os materiais acoplados e produzidos, foi feito o enclausuramento da máquina, seguindo todas as normas de segurança da NR12. Essas medidas garantem que o agricultor não entre em contato com o atuador linear ou outros mecanismos, evitando acidentes e impedindo que a casca caia sobre o operador (Figura 10)

Figura 10: Protótipo de corte e separação automático final.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Dessa forma, o pequeno agricultor não só otimiza a extração das castanhas, mas também reduz o impacto ambiental e as taxas de contaminação por fungos. Esse processo integrado promove um ciclo produtivo mais sustentável e contribui para o aumento da competitividade do Brasil na exportação do fruto, já que as castanhas processadas com maior qualidade atendem a rigorosos padrões de segurança alimentar internacionais.

6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste estudo, foram abordados os desafios enfrentados no processo de corte e separação do ouriço-do-brasil. Destacou-se a importância do desenvolvimento de mecanismo automático para minimizar os riscos associados ao trabalho manual e assegurar a qualidade do produto final. A implementação de uma solução automatizada visa não apenas aumentar a eficiência do processo, mas também adequar o processo às normas estabelecidas pela Norma Regulamentadora nº12, que trata da segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Ao adotar essas medidas, busca-se proporcionar



um ambiente de trabalho mais seguro para o produtor rural, reduzindo a incidência de acidentes e promovendo a saúde ocupacional. Inicialmente, os objetivos estabelecidos foram retomados, visando desenvolver um mecanismo automático para o corte e separação da fruta ouriço-do-brasil, com base na revisão da literatura e nas regulamentações pertinentes.

A pesquisa bibliográfica proporcionou uma compreensão mais ampla dos desafios enfrentados pelos agricultores e das práticas recomendadas para garantir a segurança e a qualidade do processo. Com base nos estudos científicos e nos manuais consultados, foi possível interpretar criticamente as informações coletadas e aplicá-las na elaboração de soluções práticas. Apesar das dificuldades encontradas durante a execução da pesquisa, como a complexidade técnica e os recursos limitados, os resultados obtidos indicam que os objetivos iniciais foram alcançados.

Portanto, conclui-se que o desenvolvimento de mecanismos automáticos para o corte e separação da fruta ouriço-do-brasil é uma importante ferramenta para melhorar a segurança e a eficiência no processo de produção.



REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Segurança de alimentos**. 2019. Disponível em:

<http://www.abnt.org.br/imprensa/releases/5266-segurancade-alimentos>. Acesso em 22 de abril de 2024.

EMBRAPA. *Castanha-do-pará: Orientações básicas para o cultivo e manejo*. Brasília, DF: Embrapa, 2022. Disponível em:

<http://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1144542/castanha-do-para-orientacoes-basicas-para-o-cultivo-e-manejo>. Acesso em: 21 abr. 2022.

COOPERATIVA DOS AGRICULTORES DO VALE DO AMANHECER (COOPAVAM). *Manual de boas práticas de manejo, coleta e beneficiamento de castanha-do-brasil*. 1. ed. Juruena-MT, 2016.

PAS - PROGRAMA ALIMENTO SEGURO. *Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura da Castanha-do-Brasil*. 1. ed. São Paulo: Editora PAS, 2004.

PROJETO SENTINELAS DA FLORESTA. *Manual de Boas Práticas de Manejo, Coleta e Beneficiamento da Castanha-do-Brasil*. 1. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2016.

BROSER, Eric Marotta; REIA, Marina Yasbek. *Cadeia do Ouriço da Castanha da Amazônia em Lábrea, Amazonas*. Manaus: IDESAM, 2024.

GASPAROTTO, Luadir; CARTAXO, Cleísa Brasil da Cunha; PEREIRA, Mirza Carla Normando; BITTENCOURT, Daniela Matias de Carvalho; ÁLVARES, Virgínia de Souza; SOUZA, Joana Maria Leite. *Práticas recomendadas para prevenção de fungos aflatoxigênicos em amêndoas da castanha-da-amazônia*. Manaus: [s.n.], jul. 2023.



NASCIMENTO, Walnice Maria Oliveira do; CARVALHO, José Edmar Urano de. *Castanha-do-brasil*. In: ***Plantas para o futuro: Norte***. p. 202-221.

FAUSTINO, C. L. Dispersão primária e secundária de *Bertholletia excelsa* Bonpl. (Lecythidaceae) como subsídio para o manejo da espécie. 2012. 51 f. Tese (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

MÜLLER, C. H. Castanha-do-brasil: estudos agronômicos. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1981. 25 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 1).

WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; STAUDHAMMER, C. L. Corte de cipós em castanheiras como tratamento silvicultural para aumentar a produção de frutos. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2015. 4 p. (Embrapa Rondônia. Comunicado técnico, 400).