

DESCASCADOR DE GRÃOS DE CAFÉ MECANIZADO

Breno Avelar Mendonça¹; Pedro de Melo Araújo Goulart²; João Victor Oliveira Rodrigues³; Nikael Vicenzo Resende⁴; Geovanne Tavares Faria⁵; Jefferson Rodrigues da Silva⁶

1 Breno Avelar Mendonça, Bolsista (IFMG), Engenharia Mecânica, IFMG Campus Avançado Arcos, Arcos - MG; brenox110@gmail.com

2 Pedro de Melo Araújo Goulart, Bolsista (IFMG), Engenharia Mecânica, IFMG Campus Avançado Arcos, Arcos - MG; pedrogoulartedemelo@gmail.com

3 João Victor Oliveira Rodrigues, Bolsista (IFMG), Engenharia Mecânica, IFMG Campus Avançado Arcos, Arcos - MG; joaovr73@gmail.com

4 Nikael Vicenzo Resende, Bolsista (IFMG), Engenharia Mecânica, IFMG Campus Avançado Arcos, Arcos - MG; nikaeresende@gmail.com

5 Geovanne Tavares Faria, Bolsista (IFMG), Engenharia Mecânica, IFMG Campus Avançado Arcos, Arcos - MG; geovannetff@gmail.com

6 Jefferson Rodrigues da Silva: Pesquisador do IFMG, Campus Arcos; jefferson.silva@ifmg.edu.br
Área de conhecimento conforme tabela do CNPq: Engenharias

RESUMO

Pequenos produtores rurais conservam técnicas manuais de descascamento de café, o que necessita de esforço físico e consome um elevado tempo para ser executado. O presente projeto trata-se da mecanização de um descascador manual através de um motor elétrico acoplado a um sistema de redução de velocidade por polias e incorporação de um funil de admissão de grãos. Dentre os objetivos deste projeto estão: obter a semente descascada e limpa de café seco; fácil manuseio e inspeção da máquina (utilização de mecanismos simples); possibilidade de alocação em período ocioso do equipamento (fonte de renda extra) e contribuição ergonômica. O caráter inovador deste projeto encontra-se na proposta de promover o descascamento do café de forma mecanizado a um baixo custo. Com o funil de admissão de grãos e o posterior acoplamento de um mecanismo chamado “bica de jogo”, o qual promove a eliminação de impurezas, como pedras, terra e gravetos, prolonga-se a vida útil do descascador, realiza o descascamento em menor tempo e com maior eficácia: a redução de velocidade obtida pelo sistema de polias promove o descascamento com baixa taxa de danificação dos grãos. Com base em pesquisas foram feitos levantamentos bibliográficos, entrevistas à agricultores e estudos de caso. Reuniu-se dados que serviram de base para projeto do mecanismo proposto, em seguida as peças necessárias para a construção do protótipo foram adquiridas. O sistema de redução por polias possui fator de redução 3:1, o motor elétrico utilizado tem potência de 1/4 cavalo, além do mais o volume do funil de admissão de grãos foi aumentado em duas vezes com relação ao descascador à manivela. Foram realizadas medições de frequência por meio de software de análise de imagem, monitoramento térmico através de termômetros a laser e determinação do torque. Foram feitos testes no equipamento avaliando os resultados obtidos, tais como 550RPM e 1,14 Nm de torque. Diante da conjuntura retratada nesse projeto, verifica-se a importância do estudo da engenharia aplicada ao contexto da inovação no meio rural, permitindo que agricultores de pequeno porte possam fazer uso de um dispositivo prático e acessível.

Palavras-chave: descascador mecanizado; café; inovação

INTRODUÇÃO

Pequenos produtores rurais de café geralmente não possuem condição financeira para investir em máquinas automáticas de descascamento de café de grande porte (MAPA, 2017). Muitos conservam, portanto, técnicas tradicionais manuais. Normalmente é usado um descascador com funcionamento a manivela ou batidos manualmente em uma espécie de pilão (o que necessita de grande esforço físico por parte do operador), além de consumir maior tempo para a realização da tarefa com baixa produtividade.

Outro método utilizado por eles, mas que gera grandes despesas, trata-se da contratação dos serviços prestados por um caminhão que possui um descascador automático embutido. Segundo pesquisas de campo (Figura 1) realizadas em cooperativas e empresas do Brasil, esse método apresenta alguns empecilhos, tais como:

- I) O caminhão se desloca para a zona rural apenas se houver uma grande demanda local, ou seja, há a necessidade de vários produtores produzirem ao mesmo tempo para que o caminhão possa ser acionado, isso implica no aumento da concorrência local.
- II) De acordo com o item anterior, ainda há o risco de o agricultor perder parte de sua lavoura, uma vez que os grãos podem passar do momento correto para serem descascados, ao esperarem a tal demanda local. Segundo as pesquisas feitas, estima-se que cerca de 15% da produção é perdida por passar da época de descascar.
- III) Precária fiscalização do serviço, uma vez que a máquina embutida nos caminhões exige um conhecimento técnico para ser manuseada, assim muitos agricultores são fraudados no ato de pesar o produto final (Ministério do Meio Ambiente, 2011).

Assim, como proposta de intervenção, a fim de garantir que os pequenos produtores de café não percam espaço no mercado, este projeto delinea-se com sua proposta de promover o descascamento dos grãos de forma mecanizada em uma máquina de pequeno porte, com custo acessível.

Figura 1 – Pesquisas de campo



Fonte: Próprios Autores

METODOLOGIA

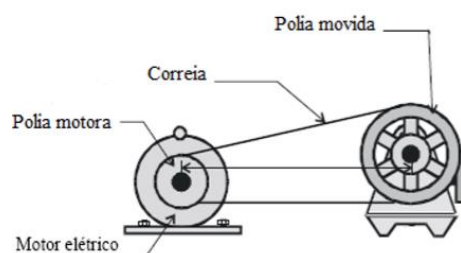
A metodologia empregada neste projeto foi dividida em cinco etapas:

Etapa 1 – Reunindo as informações e dados que serviram de base para a construção do mecanismo proposto a partir do tema do projeto, notou-se que as pesquisas bibliográficas serviram como um modo de se aprofundar no assunto em questão, propiciando conhecimentos fundamentais para tornar tangíveis as ideias geradas. As pesquisas de campo realizadas com empresas da área agrícola (Emater e Cooxupé) e com pessoas físicas (Zenaido Fonseca – Engenheiro Agrônomo da Emater) foram responsáveis por extrair dados e informações diretamente da realidade do objeto de estudo, definindo também os objetivos e hipóteses do projeto, assim como gerou soluções para a situação ou problema abordado na pesquisa.

Etapa 2 – Percepção das peças necessárias para a construção do Descascador de Café Automático através dos dados coletados nas pesquisas bibliográficas e nas pesquisas de campo. Inicialmente, era fundamental conseguir um sistema capaz de descascar grãos de café secos, e, com o auxílio de pesquisas e consultas feitas, chegou-se à conclusão de que um descascador de café manual seria o essencial para o projeto.

Em seguida, verificou-se que um sistema de redução por polias e um motor elétrico seriam primordiais para mecanizar o equipamento, contribuindo assim, para a redução da exaustão que o trabalho manual de descascar grãos de cafés causaria.

Figura 2 – Sistema de redução por polias



Fonte: Elaboração próprios autores

Por fim, constatou-se que aumentar o sistema de admissão de grãos de café do equipamento seria relevante para o projeto, levando em consideração a demanda desigual que cada usuário da máquina apresentaria. Percebeu-se também a necessidade de preservação do equipamento, ficando evidente que a construção de uma estrutura abrangendo a máquina seria fundamental para prolongar a vida útil do mesmo.

Etapa 3 – Com as peças necessárias compreendidas e a tarefa de cada uma especificada, foi feita a montagem da parte mecânica e dos componentes fixos e móveis do projeto com o auxílio de especialistas e profissionais da área, aplicando preceitos de Engenharia Mecânica. A montagem consistiu primeiramente em acoplar as polias (alumínio) e a correia (borracha) no descascador de café manual e no motor elétrico.

Foi construída também uma base de madeira para dar estrutura aos componentes do projeto. Logo após, acoplou-se o sistema de admissão de grãos (aço) ao descascador de café, e, por fim, foi feita uma estrutura de aço com os apoios fixados na mesma.

Etapa 4 – Testes do equipamento considerando um cenário de uso. Nesta etapa foram realizados testes com o Descascador de Café Mecanizado, tendo em vista um cenário onde ele será utilizado e levando em consideração as solicitações em casos extremos.

Etapa 5 – Avaliação dos resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

I) Consumo por hora

Para a implementação de um equipamento no mercado faz-se necessário uma pré-análise da viabilidade econômica do mesmo, visando torná-lo acessível aos consumidores. Diante disso, foram quantificados os gastos totais do equipamento desenvolvido.

Os cálculos foram executados da seguinte maneira:

- Sabe-se que há dois principais tipos de gastos com este equipamento:

I) Preço em reais (R\$) pago pela energia elétrica consumida por hora (cálculo da energia elétrica gasta pelo motor):

$$[\text{Preço}] = \text{KWh} * \frac{\text{R\$}}{\text{KWh}} = \text{R\$}$$

$$E = P * \Delta T \quad [E] = \text{KW} * h$$

$$E = 0,186 \text{ KW} * 1 h = 0,186 \text{ KWh}$$

$$\text{Preço} = E * \text{Custo do KWh (zona rural)}$$

$$\text{Preço} = 0,186 \text{ KWh/h} * \text{R\$/KWh } 0,54177069 = \text{R\$ } 0,10$$

$$\text{Consumo energético} = 0,10 \text{ R\$/hora}$$

II) Preço em reais (R\$), pago pela manutenção da máquina:

- $M_{\text{rolo compressor}} = \text{R\$ } 0,30$ (gastos com limpeza);
- $M_{\text{funil de admissão}} = \text{R\$ } 0,15$ (gastos com limpeza);
- $M_{\text{polias}} = \text{R\$ } 0,80$ (gastos com lubrificante);

Consumo energético	0,30
0	0,15
0	0,80

$$\begin{array}{ccc}
 A & X & B \\
 \left| \begin{array}{cc} 0,10 & 0,30 \\ 0 & 0,15 \\ 0 & 0,80 \end{array} \right| * \left| \begin{array}{c} X \\ Y \end{array} \right| = \left| \begin{array}{c} 0,10x + 0,30y \\ 0x + 0,15y \\ 0x + 0,80y \end{array} \right| \\
 \frac{\text{R\$}}{\text{horas}} & \text{horas de uso} & \text{gasto total}
 \end{array}$$

Observação: $X=Y$, pois o funcionamento de ambas as partes ocorrem simultaneamente.

$A * X = B$, em que:

- $A \rightarrow$ Matriz coeficientes dos gastos por hora;
- $X \rightarrow$ Matriz das incógnitas (tempo);
- $B \rightarrow$ Matriz dos Resultados (gastos totais);

A partir dos cálculos acima foi possível verificar o gasto total do equipamento em relação ao seu tempo de uso é de 1,35 R\$/hora ($\approx 0,30 \text{ €}$).

II) Descascador mecanizado vs descasque manual

Foi considerada a mesma quantidade de café (64,5 kg) sendo descascada manualmente por um funcionário que trabalha 8 horas por dia e recebe um salário mínimo:

- Sabe-se (experimento) que 1kg de café leva em média 3 minutos para ser descascado manualmente, utilizando um descascador à manivela, ou seja, para descascar 64,5 kg, seria necessário em média 3 h e 13 min.
- O valor do salário mínimo é R\$ 937,00, levando em consideração as taxas trabalhistas, o valor deste funcionário sairia na faixa de R\$ 1800,00.

Diante do contexto acima, conclui-se que para uma mesma jornada trabalhada de 8 horas diárias segue a seguinte relação custo benefício:

Tabela 1: Relação custo benefício / dia

	Manualmente	Descascador mecanizado
Sacas descascadas	2,67	16
Custo (R\$)	60	11,45

Fonte: Elaboração próprios autores

Portanto, comprova-se que o debulhador automático é eficiente e prático para o consumidor.

Custo por saca debulhada:

Manual = $60 / 2,67 = 22,47$ R\$/ saca

Mecanizado = $11,45 / 16 = 0,716$ R\$/ saca

Manual / mecanizado = 31,4

Assim, pode-se afirmar que o gasto manual é aproximadamente 31 vezes mais caro que com a máquina.

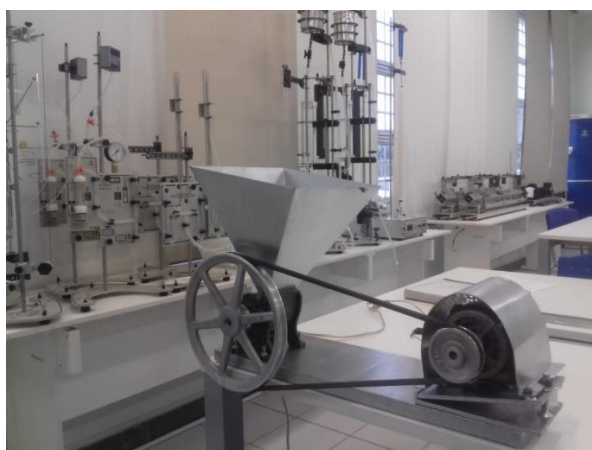
III) Contratação de serviços prestados por um caminhão

Para que o caminhão se desloque exclusivamente para uma propriedade o custo aumenta e segundo a EMATER (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais), o valor cobrado pelos proprietários desses caminhões é cerca de R\$ 4,50 por saca descascada (60Kg).

Portanto, levando em consideração que normalmente um pequeno agricultor planta duas vezes ao ano cerca de 80 sacas, o valor anual gasto por ele utilizando esse método gira em torno de R\$720,00.

Além disso, foram realizadas medições de frequência por meio de software de análise de imagem, monitoramento térmico através de termômetros a laser e determinação do torque. Foram feitos testes no equipamento avaliando os resultados obtidos, tais como 550RPM e 1,14 Nm de torque. A Figura 3 mostra o protótipo da máquina descascadora de grãos de café desenvolvida nesta pesquisa.

Figura 3 – Produto final: Descascador de grãos café mecanizado



Fonte: Elaboração próprios autores

CONCLUSÕES

Portanto, de acordo com as pesquisas de campo e com os cálculos realizados, e levando em consideração que em geral um pequeno agricultor planta duas vezes ao ano cerca de 80 sacas pode-se concluir que:

1. O valor anual gasto pelos cafeicultores através de técnicas arcaicas e manuais é de aproximadamente $(80 * 2 * 22,47 = \mathbf{R\$ 3595,20})$;

2. O valor anual gasto pelos cafeicultores através da contratação de serviços prestados por um caminhão é de aproximadamente $(80 * 2 * 4,50 = \text{R\$ } 720,00)$;
3. O valor anual gasto pelos cafeicultores utilizando o descascador mecanizado (nosso modelo de negócio proposto) é de aproximadamente $(80 * 2 * 0,716 = \text{R\$ } 114,56)$;

Assim, conclui-se que os agricultores têm preferência por pagar pelo equipamento, visto que dadas as circunstâncias, a introdução do equipamento no mercado é bastante benéfica do ponto de vista econômico.

Diante da conjuntura retratada nesse projeto, verifica-se a importância do estudo da engenharia aplicada ao contexto da inovação no meio rural, permitindo que agricultores de pequeno porte possam fazer uso de um dispositivo prático e acessível. A motivação encontrada para desenvolver tais ideias partiu do interesse mútuo em solucionar ou facilitar processos do dia a dia utilizando recursos da Engenharia Mecânica.

Com efeito, este projeto nasceu a partir de tecnologias já difundidas e na medida em que ele se distanciou destas tornou-se novo, ou seja, a junção de mecanismos e tecnologias já conhecidas com novas incorporações gerou uma nova máquina. As ideias trabalhadas poderão ser utilizadas como fonte para futuras pesquisas que denotem interesse em aperfeiçoar este novo equipamento.

Além do mais, nota-se que foi acoplado ao equipamento um motor elétrico interligado a um sistema de redução por polias (Figura 4), para que a velocidade de rotação do rolo compressor (peça que faz contato com os grãos) seja reduzida e não danifique a estrutura dos grãos. Assim, o processo será realizado em menor tempo com maior produtividade, culminando assim em inclusão social devido a inserção desses agricultores no mercado competitivo. O sistema de redução por polias possui fator de redução 3:1, o motor elétrico utilizado tem potência de 1/4 cavalo.

Figura 4 – Sistema de polias acoplado ao motor elétrico



Fonte: Próprios Autores

Participação em Congressos, publicações e/ou pedidos de proteção intelectual

A ideia deste projeto recebeu certificado de premiação de melhor trabalho na área de Engenharias, no “I Congresso de Pesquisa e Inovação do Sudeste”, ocorrido no Rio de Janeiro. Além de ser aprovado no “Seminário e Feira Pró-genética de Arcos” e apresentado na “Feira Internacional de Negócios, Inovação e Tecnologia (FINIT)”. Além disso, recebeu menção honrosa pela terceira colocação no concurso *Made in ISEP* ocorrido no Instituto Superior de Engenharia do Porto (Porto, Portugal), onde havia cerca de 40 inventos de toda Europa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, S.A. Qualidade da bebida e atividade antioxidante em in vivo e invitro. 2007.87f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

HALLIDAY, RESNICK, WALKER. Física 2. Vol. 2. 5 ed. Editora LTC, 2007.

HIBBELER, R. C. Estática: Mecânica para Engenharia. 10ª ed. PEARSON, 2005.

HOFFMANN, C.E. Resfriamento no processo de torra nas características de qualidade tecnológica e sensorial do café. 2001. 86f. Dissertação (Mestrado em ciências) –Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

LIMA, M.V. Propriedades físico-químicas do café (Coffea arábica L.) submetido a diferentes métodos de preparo pós-colheita Engenheiro Agrônomo. 2006.117f. Tese (Mestrado em produção vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ.

MALTA, M.R.; NOGUEIRA, D.F.; GUIMARÃES, P.T.G. Composição química, produção e qualidade do café fertilizado com diferentes fontes e doses de nitrogênio. Ciências agrotécnicas, Lavras. v.27, n.6, p.1246-125, 2003.

MAXIMIANO, Antônio. **Administração de projetos como transformar ideias em resultados**. São Paulo: Atlas, 1997. 196p.

MELCONIAN, S. Elementos de Máquinas. 7. ed., Editora Érica, 2012. MESQUITA, Carlos Magno de et al. Manual do café: colheita e preparo (Coffea arábica L.) Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 52 p. il. MSPC. Correias e polias. Disponível em: <www.mspc.eng.br/tecdiv/corPol160.shtml>. Acesso em: 15 nov 2017.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Café no Brasil. 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>>. Acesso em 10 out. 2017.

Ministério do Meio Ambiente. 1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários. 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf>. Acesso em 17 de out. 2017.

RIBEIRO, H. P. Lesões por Esforços Repetitivos (LER): uma doença emblemática. São Paulo: Caderno de Saúde Pública USP, v.13, n. 2, 1997.