

DESENVOLVIMENTO VIRTUAL DE UMA PLATAFORMA AUTOPROPELIDA PARA COLHEITA DE CAFÉ EM REGIÃO MONTANHOSA

JOÃO HENRIQUE GAIA GOMES¹, GABRIEL NEDER², MARCOS VINÍCIUS MORAES DE OLIVEIRA³,
GABRIEL ARAUJO E SILVA FERRAZ⁴, DANIELA VITOR RIBEIRO DE AGUIAR⁵

¹ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRRJ, Rio de Janeiro – RJ (22) 97234421, joao_henrike@hotmail.com

² Graduando em Engenharia Agrícola, UFRRJ, Rio de Janeiro - RJ

³ Engo Agrícola e Ambiental, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Rio de Janeiro - RJ

⁴ Engo Agrícola e Ambiental, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Rio de Janeiro - RJ

⁵ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRRJ, Rio de Janeiro - RJ

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: A colheita de café em áreas de relevo acidentado apresenta algumas desvantagens em relação às áreas localizadas em relevos planos. Quando comparada com a colheita semimecanizada, em que, os operadores trabalham com derriçadoras costais é possível observar uma menor eficiência nas regiões de relevo acidentado devido à fadiga do operador. Este trabalho teve por objetivo o desenvolvimento de uma plataforma autopropelida para colheita de café semimecanizada em áreas de relevo acidentado, visando à ergonomia para o operador. Este experimento foi desenvolvido no Laboratório de Projetos de Máquinas na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ. Para a elaboração da plataforma foi utilizada a metodologia da tempestade de idéias (brainstorming). Todas as idéias foram colocadas em uma matriz morfológica, seguida de uma combinação sistemática das soluções o que gerou o corpo do experimento. A principal solução foi então desenhada em programa CAD e foram feitos dimensionamentos dos elementos bem como simulações dos elementos.

PALAVRA-CHAVE: Colheita de café; Projeto de máquinas; Ergonomia.

DEVELOPMENT OF A PLATFORM FOR HARVEST SELF-PROPELLED IN MOUNTAINOUS AREA

ABSTRACT: The coffee harvest in rugged terrain presents some disadvantages over relief's plans. Comparing the semi-mechanized harvesting, in which the operators work with costal machines is possible to observe a lower efficiency in the hilly regions due to operator fatigue. This work aimed to develop a self-propelled platform for semi-mechanized coffee harvest in a rugged terrain, seeking the operator ergonomics. This experiment was conducted at the Laboratory of machinery of the UFRRJ of Rio de Janeiro, Seropédica - RJ. In order to elaborate the plataform was used the brainstorm methodology. All of the solutions were placed in a morphological matrix, followed by a systematic combination of solutions which

generated the body of the experiment. Then the main solution was drawn on CAD program and it was made the elements dimensions well as simulations of these elements.

KEYWORDS: Coffee Harvest; Machines project; Ergonomic.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a colheita do café em regiões de relevo montanhoso vem sendo cada vez mais otimizada, tal fato deve-se a necessidade do aumento da produção e conseqüentemente com a ligação dos produtos ao PIB nacional. Essa necessidade eleva a escala de produtividade de máquinas e implementos, o que gera melhorias no setor, e influencia diretamente na economia nacional.

Segundo Souza (2004), a partir da década de 80, iniciou-se a comercialização de máquinas para colheita de café. Para as áreas planas ou com reduzida declividade já existem máquinas, entretanto para a colheita mecanizada, em áreas de elevada declividade, acima de 20%, não existia a disponibilidade de máquinas que possibilitassem a colheita de forma eficiente e com boa relação custo/benefício.

Portanto a necessidade da elaboração de máquinas para suprir essa carência se tornou cada vez mais evidente, partindo do princípio que uma necessidade gera um problema, logo requer uma possível solução.

Filgueiras (2000) concluiu que a colheita semimecanizada do café apresentou desempenho operacional superior ao da colheita manual, tornando-se uma alternativa viável para os produtores de pequeno a médio porte, visando minimizar o custo de colheita.

A partir do exposto, o presente estudo tem como base o desenvolvimento virtual de uma plataforma autopropelida para colheita de café em região montanhosa.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Projeto de Máquinas localizado no Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, que localiza-se a 22° 44' 38" de latitude sul, 43° 42' 28" de longitude oeste, na região oeste da Baixada Fluminense a uma elevação de 26 metros do nível do mar. Neste estudo o princípio adotado para idealização do projeto foi à tempestade de idéias (brainstorming), logo em seguida houve uma seleção dessas idéias, de acordo com as quais melhor atendiam a necessidade estabelecida.

Posteriormente alguns cálculos foram realizados para possíveis dimensionamentos da máquina, e a sua construção virtual, utilizando programas de CAD, seguindo um padrão de medidas determinados de acordo com as dimensões de plantio da cultura do café, tendo então a plataforma, as medidas observadas na FIGURA 1. Como critério de decisão foi adotada uma relação Custo técnico /Custo econômico (Ct/Ce) para a seleção da melhor função/solução.

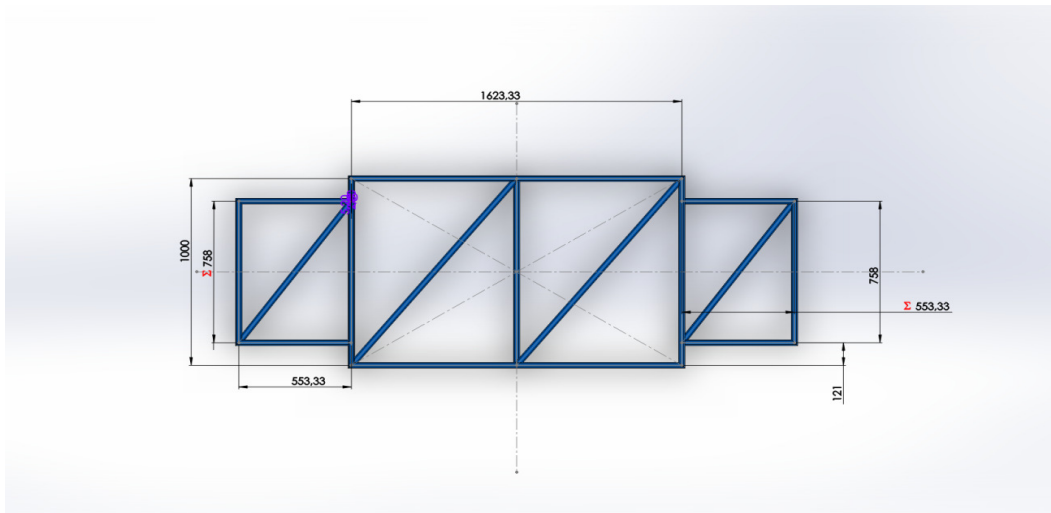


FIGURA 1. Plataforma virtual com suas respectivas dimensões.

Para o desenvolvimento da plataforma virtual foi utilizada a metodologia de Pahl e Beitz (1996), esquematizada na FIGURA 2, porém não pelo todo, pois não há fabricação, o esquema detalha as etapas do projeto.

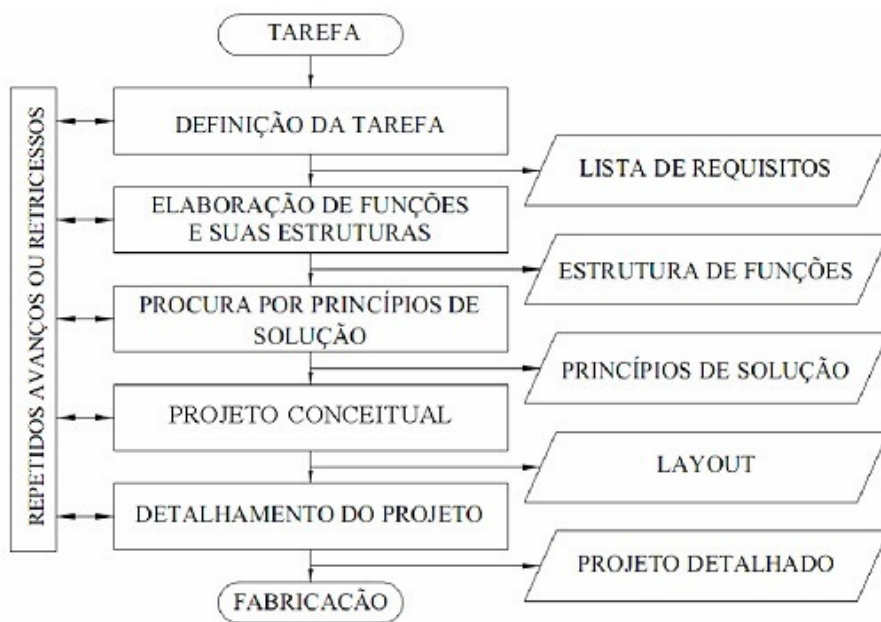


FIGURA 2. Modelo esquemático para desenvolvimento do projeto.

Para o projeto foi seguido o método da analogia e o intuitivo, sendo que no primeiro, as soluções vêm de modelos análogos, buscando melhores modelos existentes no mercado, já o segundo método baseia-se na união de conceitos diferentes (Cinética). Vale ressaltar que o método para combinações de soluções será utilizado. O mecanismo que melhor atendeu a função foi selecionado, isso por meio da elaboração de uma matriz morfológica, onde houve o uso de combinações. A plataforma foi composta pelos seguintes sistemas: motor, transmissão e recolhimento, sendo o recolhimento não abordado em tal trabalho. Vale ressaltar que a derriça será feita com o uso de uma derriçadora manual, e atuação de operadores. O motor e os mecanismos de transmissão serão iguais aos modelos comerciais, onde a especificação para a potência do motor será determinada com a utilização da seguinte metodologia de aplicação:

A potência necessária para o motor será estimada por meio da equação 1.

$$P = 2\pi \cdot n \cdot T / 60.000 \quad (1)$$

em que,

P= Potência do motor, Kw;

n= Número de rotações;

T= Torque, N.m.

O diâmetro dinâmico do rolamento será estimado pela equação 2.

$$D = [32.2/\pi[(M/S_e)^2 + (T/S_u)^2]^{1/2}]^{1/3} \quad (2)$$

em que,

D= Diâmetro, mm;

M= Momento, N.m;

T= Torque, N.m;

S_e= Resistência a fadiga;

S_u= Resistência a tração;

A TABELA 1 demonstra as propriedades constituintes do aço 1020 que a plataforma terá como estrutura:

TABELA 1. Propriedades físicas do material.

Especificações	Propriedades
Nome	AISI 1020 Aço, laminado a frio
Tipo de modelo	Isotrópico linear elástico
Limite de escoamento	3,5e+008 N/m ²
Resistência de tração	4,2e+008 N/m ²
Módulo elástico	2,05e+011 N/m ²
Coefficiente de Poisson	0,29
Massa específica	7870 kg/m ³
Módulo de cisalhamento	8e+010 N/m ²
Coefficiente de expansão térmica	1,2e-005 /Kelvin

O material utilizado é um fator muito importante a ser considerado. Por meio da análise da TABELA 1 verifica-se o material que melhor se enquadrou nas especificações e conceitos técnicos adotados. Vale ressaltar que a utilização de materiais com especificações diferentes, pode acarretar em problemas na estática da plataforma, levando a necessidade de mudanças no projeto. Outro fator de caráter crucial para o planejamento e execução é o conhecimento dos requisitos da máquina, tais como: a locomoção em relevo inclinado, a ergonomia, eficiência. Para a plataforma virtual planejada adota-se que os maiores esforços serão no quadro estrutural, estando esta fixada, e com peso na parte dianteira menor, já que o motor é na traseira, como pode ser observado na FIGURA 3.

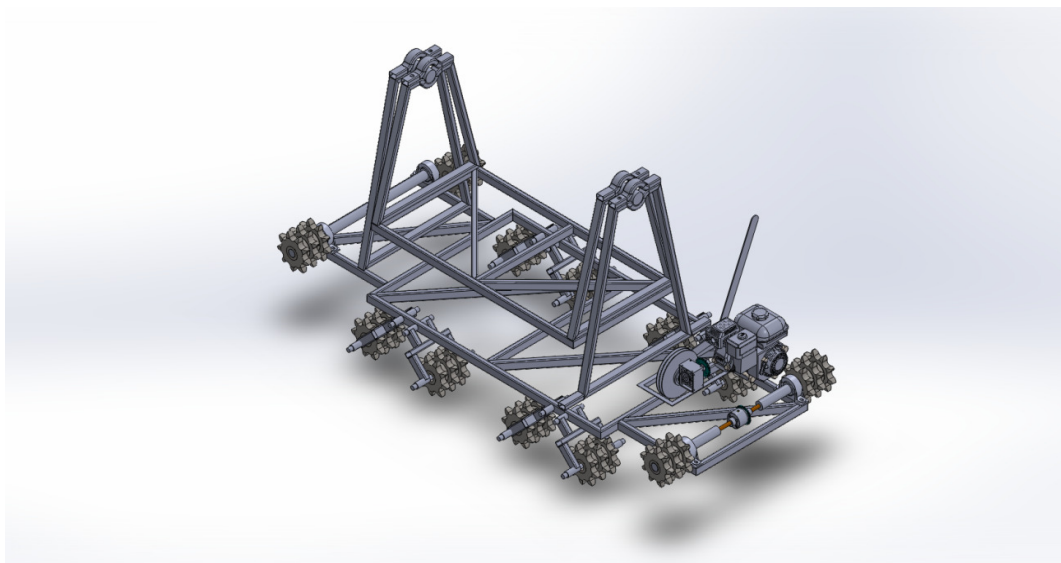


FIGURA 3. Estudo estático da plataforma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando a relação Custo técnico/Custo econômico (Ct/Ce), obteve-se o mecanismo que melhor atendeu a função, o qual expressou a maior razão Ct/Ce. Esta relação foi feita com base na FIGURA 2.

TABELA 2. Matriz morfológica, onde se correlaciona funções e soluções.

Função/Solução	Solução 1 (S1)	Solução 2 (S2)	Solução 3 (S3)	Solução 4 (S4)
Tracionar Máquina (F1)	Esteira Dupla 4,5 ^{Ct} 2,0 ^{Ce}	Pneu 3,5 ^{Ct} 2,0 ^{Ce}	Oito Rodas 3,3 ^{Ct} 2,0 ^{Ce}	Aranha 1,0 ^{Ct} 4,5 ^{Ce}
Direcionar Máquina (F2)	Alavanca 3,6 ^{Ct} 1,0 ^{Ce}	Volante 4,2 ^{Ct} 2,0 ^{Ce}	Joystick 3,5 ^{Ct} 3,0 ^{Ce}	
Sustentar Operador (F3)	Pantográfico 2,1 ^{Ct} 1,0 ^{Ce}	Pêndulo 3,9 ^{Ct} 1,0 ^{Ce}	Compensador 2,0 ^{Ct} 1,0 ^{Ce}	Plataforma 4,0 ^{Ct} 2,0 ^{Ce}
Compensar Desnível (F4)	Rosca S. Fim 3,6 ^{Ct} 1,0 ^{Ce}	Cabos 3,5 ^{Ct} 1,0 ^{Ce}	Compensador 1,0 ^{Ct} 3,8 ^{Ce}	Sist. Alavanca 4,1 ^{Ct} 1,0 ^{Ce}
Transmitir Potência (F5)	Cabo Elétrico 3,5 ^{Ct} 2,0 ^{Ce}	Mangueira 3,7 ^{Ct} 1,0 ^{Ce}	Engrenagem 4,3 ^{Ct} 2,0 ^{Ce}	

Fonte de Potência (F6)	Gerador 3,9 ^{Ct} 3,0 ^{Ce}	Bateria 3,0 ^{Ct} 2,0 ^{Ce}	Placa Solar 3,5 ^{Ct} 3,0 ^{Ce}	Combustão 4,3 ^{Ct} 2,0 ^{Ce}
------------------------	---	---	---	---

^{Ct}:custo técnico; ^{Ce}:custo econômico

Por meio do somatório da relação Ct/Ce, se tem o mecanismo que executa a determinada função com maior eficiência, havendo inúmeras combinações, como F1S2F2S3F3S4F4S1F5S2F6S3, F1S3F2S1F3S4F4S2F5S2F6SS1, entre outras. Porém somente uma única atende a esta relação, pois os somatórios das demais relações foram menores, e conseqüentemente estes foram descartadas, sendo a melhor combinação F1S1F2S1F3S2F4S4F5S3F6S4, a qual apresentou um somatório de 18,15 ($\Sigma=18,15$). A TABELA 3 exemplifica como ficaram as combinações perante a função/solução, onde as setas em cor amarela indicam determinada combinação descartada, e a em cor vermelha, a combinação ideal.

TABELA 3. Esquema de escolha devido às combinações.

Função/Solução	Solução 1 (S1)	Solução 2 (S2)	Solução 3 (S3)	Solução 4 (S4)
Tradicional Máquina (F1)	Esteira Dupla	Pneu	Oito Rodas	Aranha
Direcionar Máquina (F2)	Alavanca	Volante	Joystick	
Sustentar Operador (F3)	Pantográfico	Pêndulo	Compensador	Plataforma
Compensar Desnível (F4)	Rosca S. Fim	Cabos	Compensador	Sist. Alavanca
Transmitir Potência (F5)	Cabo Elétrico	Mangueira	Engrenagem	
Fonte de Potência (F6)	Gerador	Bateria	Placa Solar	Combustão

Foram realizados cálculos, baseados no diagrama de corpo livre, momento fletor e momento cortante, para se analisar a quais cargas e forças que a plataforma estará sujeita. O estudo estático da plataforma foi realizado por meio do uso de programa de CAD, o qual possibilitou analisar cargas estáticas submetidas à plataforma. Foram aplicadas sobre a plataforma cargas em diferentes pontos, como pode ser observado por meio da FIGURA 4.

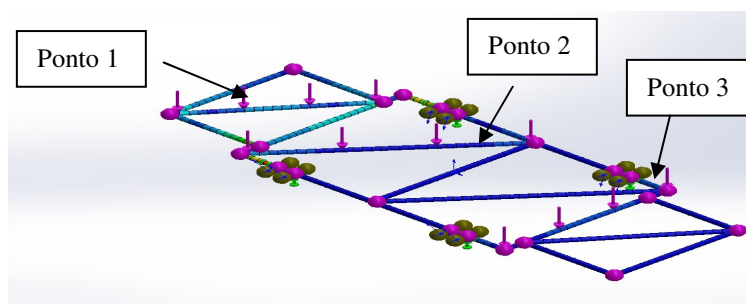


FIGURA 4. Cargas aplicadas a plataforma.

As setas da FIGURA 4 indicam a direção e os locais onde foram realizados os testes estáticos. O ponto 1, esta sobre uma carga de 1500N, o qual esta na parte dianteira da plataforma, o ponto 2 com carga de 5000N, está ao meio da plataforma e o ponto 3 com carga de 1500 N, na parte traseira, onde será locado o motor, não há nenhum tipo de problema, quanto a rompimento e/ou distorções. A plataforma não é submetida à ação de cargas radiais, apenas de axiais. Através da FIGURA 5 pode se observar com maiores detalhes a intensidade da ação das cargas axiais na estrutura da plataforma.

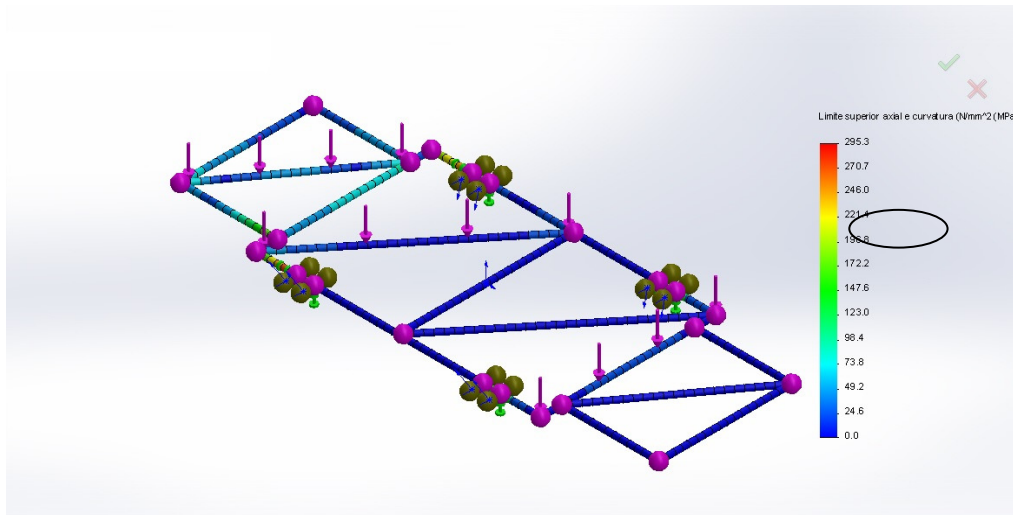


FIGURA 5. Reação da plataforma sob as cargas axiais.

Como pode ser visto na FIGURA 5, a intensidade é verificada por meio de uma escala, graduada em cores, que indicam o grau de intensidade, sendo observadas em destaque três cores, azul, amarelo e vermelho. A cor azul indica grau mínimo, a cor amarela, grau mediano e a vermelho o máximo. Vale destacar que o limite de escoamento do aço 1020 é de 351 MPa. Observando a FIGURA 5, verificam-se maiores esforços, por meio das cargas nas junções, portanto dentro do limite do material, o que implica em nenhum problema estrutural, ou seja, a estrutura esta dentro dos padrões para uso.

CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos e por meio das análises foi possível concluir que a plataforma não apresenta nenhuma deformação quando submetida às forças de trabalho, 1500N na parte superior, 1500 N na traseira (motor) e 5000 N em seu meio.

A otimização dos sistemas de colheita do café são fundamentais para a evolução do mesmo, tanto em contexto nacional como internacional. A plataforma pode proporcionar a ergonomia e a eficiência na colheita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FILGUEIRAS, W. H.; QUEIROZ, D. M.; DIAS, G. P.; DELLA LUCIA, R. M. PROPRIEDADES MECÂNICAS DA MADEIRA DO CAFÉ In: Simpósio de. Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1, 2000, Poços de Caldas. Resumos expandidos

PROJETO NA ENGENHARIA – Pahl e Betz Feldhusen Grote , 1996.

SOUZA, C. M. A. DESENVOLVIMENTO E MODELAGEM DE SISTEMAS DE DERRIÇA E DE ABANAÇÃO DE FRUTOS DO CAFEIEIRO Viçosa, MG: UFV, 2004. 136f. (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa.

SHIGLEY – PROJETO DE ENGENHARIA, 7ª edição.