

ANÁLISE ESTRUTURAL E ECONÔMICA EM ALTERAÇÃO DE PROJETOS DE COMPACTADORES DE SOLOS

Resumo. Atualmente, o sucesso da agricultura provém da aplicação dos inúmeros conhecimentos técnicos e práticos de cultivo que visam à obtenção de alta produtividade com a melhor utilização dos recursos disponíveis, preocupando-se com o meio ambiente e com as pessoas envolvidas neste árduo trabalho, tendo a lucratividade deste sistema maximizada. Portanto, esses conhecimentos tendem a ser praticados de uma maneira sustentável para garantir a utilização desses recursos pelas gerações futuras. O trabalho disposto a seguir nada mais é do que uma análise sobre a substituição de um conjunto soldado por uma peça fundida no processo de fabricação dos compactadores de solos das máquinas plantadeiras, na empresa Vence Tudo. A análise proposta irá verificar a eficiência da peça substituída, que agora será fundida, se conseguirá atingir as mesmas propriedades mecânicas e se esta substituição terá uma redução significativa de custo a fim de modificar o processo de fabricação.

Palavras-chave: Plantadeiras; Processo de fabricação; Compactadores de solos

1. INTRODUÇÃO

O ramo de produção de máquinas agrícolas é um setor do mercado que vem crescendo em um ritmo acelerado. A tecnologia no campo está sendo cada vez mais usada pelos trabalhadores da terra e as máquinas agrícolas vêm se fazendo cada vez importante no campo com a finalidade de produzir, reduzindo perdas e aumentando assim a lucratividade do setor que, como em qualquer espécie de negócio, visa sempre aumentar seu lucro.

As indústrias do ramo agrícola estão sempre buscando baixar seus custos de

produção. Foi proposto uma análise da redução de custos de produção para diminuir o preço final do equipamento, analisar também a estrutura e as propriedades mecânicas deste novo componente, garantindo que o mesmo tenha igual vida útil do conjunto antigo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Máquinas agrícolas e componentes

- 1) Semeadora: Máquina de plantar que realiza a distribuição de semente em filete contínuo.
- 2) Plantadora: Máquina de plantar que realiza a distribuição de sementes individualmente ou em grupos, na linha e em intervalos regulares.
- 3) Plantadora-adubadora: máquina que exerce ao mesmo tempo as operações de plantio e adubação.
- 4) Plantadoras montadas: A estrutura suporte é diretamente acoplada ao sistema hidráulico de três pontos do trator. Nela são presas as unidades de plantio e adubação.
- 5) Plantadoras de arrasto: são montadas sobre rodas de apoio e tracionadas pelo trator por meio de barra de tração. As rodas permanecem sempre em contato com o solo, tanto em transporte como em operação.
- 6) Plantio convencional: É feito um preparo do solo revolvendo os restos da cultura anterior.
- 7) Plantio direto: Baseia-se no estabelecimento e desenvolvimento de culturas anuais, mobilizando-se o solo apenas nas linhas de plantio.

2.2 O Plantio ideal

Para que se tenha o melhor rendimento na colheita são necessárias, além de boa qualidade das sementes e das condições de

solo, um correto plantio que proporcione a máxima germinação e a emergência simultânea de todas as plantas. O resultado será um estande completo e uniforme.

2.2.1 Condições corretas para um plantio com precisão

A fim de obter um plantio com precisão, uma plantadora deve executar os seguintes trabalhos:

Abrir um sulco uniforme em “v” com faces planas e lisas, para alojar a semente em lugar úmido e sem bolsas de ar, em contato direto com o solo firme.

Distribuir uma quantidade precisa de grãos, com espaçamento regular, sem machucá-los, conservando seu vigor e poder germinativo.

Colocar todas as sementes na mesma profundidade para a emergência simultânea das plantas. A profundidade ótima de plantio varia muito para as diferentes culturas, dependendo também das condições de umidade e temperatura do solo, época de plantio, fertilizante do solo, etc..

Firmar o solo lateralmente para evitar bolhas de ar e cobrir a semente com terra úmida e sem torrões, proporcionando um ambiente favorável a germinação e a emergência livre da planta.

Idealmente o mecanismo de cobertura das sementes deve colocar solo úmido sobre as mesmas, pressionar o solo firmemente ao redor, cobri-las até a profundidade adequada, e ainda deixar o solo diretamente sobre as sementes, solto o suficiente para minimizar a formação de crostas e promover uma saída mais facilmente.

Um bom contato entre as sementes e solo úmido auxilia a transferência de umidade para a semente. Se o solo estiver solto em volta da semente, esta camada atua como uma barreira a passagem de umidade e a semente pode não germinar, todavia se o solo for excessivamente compactado irá prejudicar a germinação devido a formação de crostas sobre a semente, impedindo a plantula de emergir.

2.2.2 Recomendações de profundidade de plantio

A profundidade de plantio depende de cada cultura, além das condições do solo, da região e a época de plantio.

2.2.3 Profundidade para a soja

Em condições normais, a soja deve ser plantada entre 2 e 7 cm abaixo do solo. Em solos mais úmidos a plantadora deve ser ajustada para profundidade em torno de 3 cm, já em solos mais secos em torno de 6 cm.

2.2.4 Profundidade para o milho

A profundidade de plantio para o milho merece atenção especial, visto como, além ou aquém da profundidade aconselhada que é torno de 7 a 8 cm, ocorrerá no primeiro caso, de uma maior profundidade, o caulículo não conseguirá com facilidade atravessar a camada de terra sob a qual se encontra, mormente quando chuvas pesadas comprimem a camada adjacente. Neste caso há prejuízos acentuados por que: a) perde-se a época de plantio; b) dá-se um crescimento desigual com as replantas que serão feitas posteriormente; c) amadurecimento desigual entre a cultura. Quando ao inverso, a profundidade é superficial, dá-se: a) o fácil arrancamento pelas aves; b) arrastamento pelas águas; c) acamamento pelo vento.

A profundidade de plantio para o milho pode ser recomendada também de acordo com o tipo de solo. Para solos arenosos entre 5 e 10 cm e para argilosos entre 10 e 15 cm.

2.2.5 Importância das plantadoras

Considera-se a plantadora como a máquina agrícola mais importante depois do trator. De um bom plantio depende o sucesso de muitas culturas. Se ocorrerem falhas no

processo, elas serão prejudicadas e a produção diminuirá.

2.2.6 Tipos de plantadores de precisão

As plantadoras de precisão existentes no mercado podem ser agrupadas tomando-se por base vários critérios, como fonte de potência, tipo de acoplamento, modo de distribuição das sementes e condições de operação no campo.

Sua classificação é inviável na prática, considerando-se apenas uma única característica do projeto, construção e operação. Assim, são levadas em consideração diversas características do equipamento.

Quanto à fonte de potência podem ter: movimentação humana, tração animal, tração mecânica e autopropelidas (quando tem motor para o seu acionamento). Na forma de acoplamento ao trator podem ser: de arrasto, montada ou semi montadas. No modo de distribuição das sementes podem ser: em sulcos de semeadura e a espaços regulares. Quanto às condições de operação no campo: plantio convencional, plantio com cultivo mínimo e plantio direto.

Antigamente as plantadoras eram classificadas de acordo com as culturas que iam ser utilizadas: em plantio de milho, de soja, de algodão, etc. Atualmente essa classificação não é mais utilizada, pois um mesmo equipamento pode ser utilizado em várias culturas. Para isto basta uma simples substituição de peças nos mecanismos dosadores, adaptando-os às sementes das diferentes culturas.

As plantadoras de precisão disponíveis no mercado têm diversos tamanhos. A variação é determinada pelo número de linhas a serem plantadas em cada passada da máquina, pelo espaçamento da cultura e pela capacidade de tração do trator.

As plantadoras mais comuns variam de duas a seis linhas; os modelos médios, de quatro a oito linhas; e os modelos grandes chegam a atingir vinte linhas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterizações do produto a ser analisado

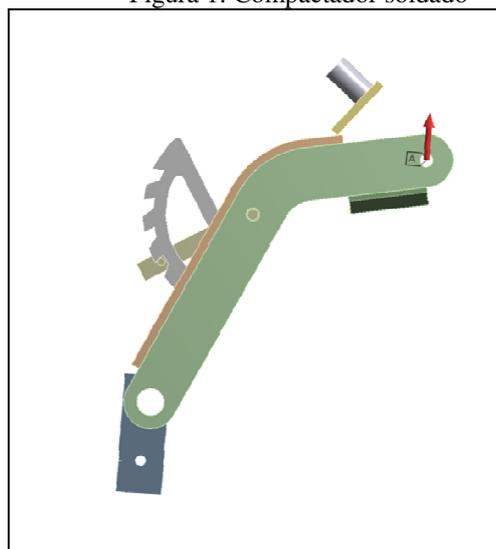
O compactador de solo analisado é utilizado na máquina plantadora de soja ou milho. Este componente que é o foco da pesquisa é utilizado em máquinas que vão até 6 linhas para milho em espaçamento de 90cm e 10 linhas para soja espaçamento de 45cm.

3.1.1 Descrição dos modelos

3.1.1.1 Conjunto soldado

Conforme modelo disposto na figura 1 do conjunto soldado é formado basicamente por duas chapas laterais em curva e uma chapa superior em fechamento, sobre a chapa superior são soldadas duas peças que tem a função de regulagem da tensão da mola, e na parte final do conjunto é soldada uma chapa e uma bucha que tem função de regulagem de inclinação das rodas compactadoras.

Figura 1: Compactador soldado

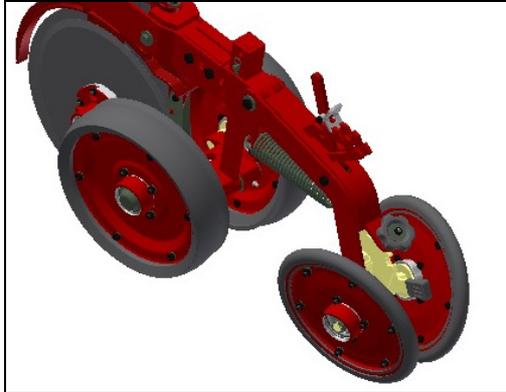


Fonte: Autores, 2013

3.1.1.2 Peça Fundida

A peça fundida descrita na figura 2, tem a geometria muito semelhante a do conjunto soldado porém é fabricada em uma única peça fundida.

Figura 2: Compactador fundido



Fonte: Autores, 2013.

Como é possível visualizar na figura 2, existe uma mola, que será o ponto de partida para descobirmos o somatório dos momentos em A. Para a determinação dos carregamentos optou-se pela determinação dos esforços suportados pelo conjunto através da mola montada sobre o conjunto, que tem por função pressionar o conjunto e conseqüentemente as rodas compactadoras no solo.

Para descobrir este momento é necessário partirmos de que existem duas forças atuantes na peça, a força da mola que tensiona o conjunto contra o solo e a força de reação que o solo faz contra esta força da mola então conforme análise o momento atuante é:

$MA = F_{mola} \times x_1 - \text{freação} \times x_2 = 0$, onde F_{mola} = força que a mola exerce sobre o conjunto totalmente tensionada.

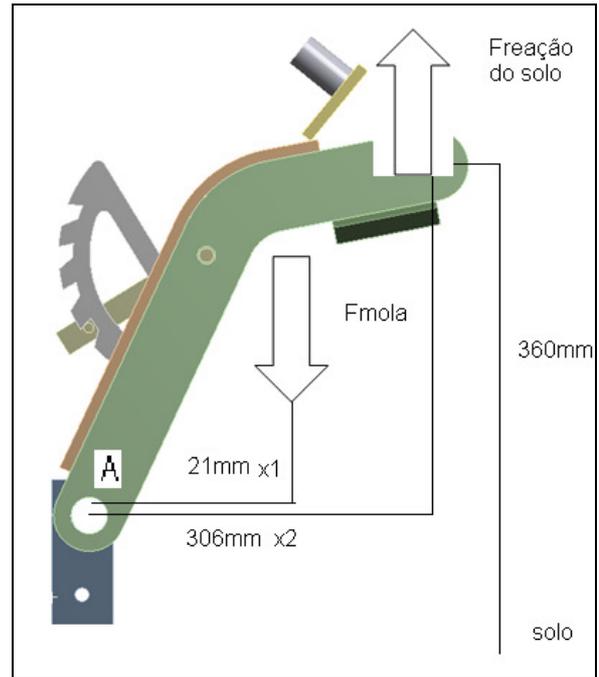
X_1 = distância do ponto A até a máxima extensão da mola quando ela é submetida ao obstáculo de 360mm.

Freação = Força de reação do solo sobre o conjunto quando a mola esta totalmente tensionada no conjunto passando pelo obstáculo de 360mm.

X_2 = distância entre o ponto A até o força de reação sobre o conjunto.

Todas as variáveis estão dispostas na figura 3.

Figura 3: Esforços no Compactador



Fonte: Autores, 2013

Através do somatório dos momentos, conseguiremos descobrir a força de reação que o solo exerce sobre o conjunto.

A força da mola foi descoberta através da fórmula $F_{mola} = K \times L$, onde

F_{mola} = força da mola

K = constante K da mola obtida através do fornecedor. $K = 4,99 \text{ N/mm}$

$L = l_0 - l_f$ = diferença da mola tensionada antes de passar o obstáculo, e no momento em que passa o obstáculo de 360mm. $L = (306\text{mm} - 173\text{mm}) = 133\text{mm}$

$F_{mola} = 4,99 \text{ N/mm} \times 133\text{mm} = 651,7\text{N}$

Com a força da mola descoberta temos somente a variável da força de reação que o conjunto sofre do solo.

Através do somatório de forças em A conseguimos descobrir a força que nos falta para realizar a simulação no software.

$MA = F_{mola} \times x_1 - \text{Freação} \times x_2 = 0$, onde

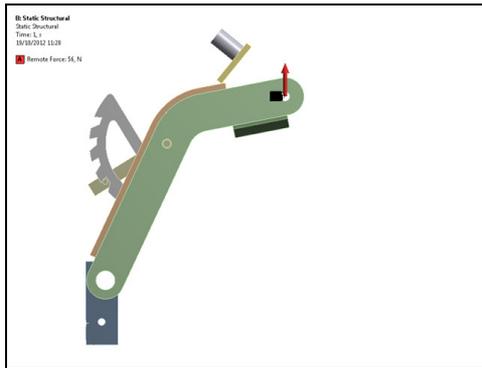
$F_{mola} \times x_1 - \text{Freação} \times x_2 = 0$,

$651,7\text{N} \times 21\text{mm} - \text{Freação} \times 243\text{mm} = 0$

Freação = 65N

Através da força de reação que o solo exerce sobre o conjunto que é de 56N, foram feitas as simulações no software ANSYS. Conforme figura 5:

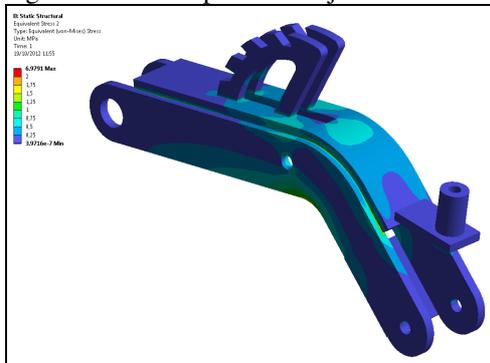
Figura 5 Força aplicada obstáculo de 360mm



Fonte: Autores, 2013

Na figura 6 esta aplicada a força de 56 N sob o conjunto soldado quando o mesmo esta passando sob o obstáculo de 360mm.

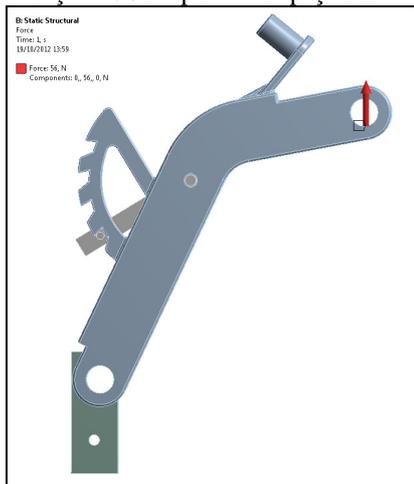
Figura 6: Tensões aplicadas conjunto soldado



Fonte: Autores, 2013

Para a peça fundida , temos a figura onde está aplicada a mesma força de 56N, sobre a peça fundida quando a mesma passa sob o obstaculo de 360mm.

Figura 7: Força de 56 N aplicada na peça fundida



Fonte: Autores, 2013

Como o ferro fundido GGG40 trata-se de um material frágil, é comum que em tal caso seja usado critério de Mohr-Columb para determinação as tensões máximas e

mínimas, conforme a figura 8, então o software nos disponibiliza a máxima tensão normal de tração e a máxima tensão normal de compressão, com estes resultados poderemos comparar com as tensões de ruptura de compressão e tensões de ruptura de tração.

Figura 8: Tensões aplicadas sobre o conjunto Fundido



Fonte: Autores, 2013

Sabe-se que para o conjunto soldado, são utilizadas chapas de aço SAE 1020 possuem um limite de escoamento em torno de 200 MPa, e que na peça fundida que é feita de ferro fundido GGG40, possui tensões de ruptura de compressão em torno de 800 MPa e tensões de ruptura de tração em torno de 400MPa.

Para o conjunto soldado a máxima tensão obtida através do software foi de 5MPa.

Para a peça fundida a máxima tensão normal de tração foi de 1,35 MPa, já a maxima tensão normal de compressão foi de 2,34 MPa.

4 Custos de fabricação envolvidos

Para o conjunto soldado temos os seguintes processos de fabricação envolvidos :

Corte laser, Corte plasma, Estamparia, Dobra, Solda, Jateamento e Pintura.

Fabricação: 3584 peças no período de 30 dias úteis.

O custo dos produtos se apresenta da seguinte forma:

Custo Unitário Total = R\$ 60,10 (Sessenta reais e dez centavos)

Custo Total do Período = R\$ 215398,40 (Duzentos e quinze mil trezentos e noventa e oito reais e quarenta centavos)

Para o novo projeto no qual será usado uma peça fundida, os processos envolvidos serão:

Fundição, Usinagem, Jateamento e Pintura

Fabricação: Estima-se uma produção de 4000 peças para o próximo período de 12 meses assim que o projeto esteja aprovado.

Os novos custos estimados estão descritos abaixo:

Custo de ferramental = R\$ 20000,00 (Vinte mil reais)

Custo Unitário Total = R\$ 29,00 (Vinte e nove reais)

Custo Total no período = R\$ 136.000,00 (Cento e trinta e seis mil reais)

5 CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos é possível concluir que tanto o modelo soldado quanto o modelo fundido apresentam plenas condições de suportarem a tarefa a que são designados estruturalmente.

Porém, é possível concluir também que seria prudente, realizar-se um estudo de otimização para redução de massa para o conjunto fundido, já que pelos valores de tensões verificados sobre estas peças é até inviável se falar em coeficiente de segurança.

Foi notado também que estes componentes possuem uma função mais funcional do que estrutural. Ou seja, possuem uma função importante, porém não são submetidos a grandes esforços.

Conclui-se então através da análise estrutural que a peça fundida terá o mesmo funcionamento que o conjunto soldado, resistindo aos esforços gerados com a mesma intensidade de carga.

Através da análise de custo fica evidente que a alteração do conjunto soldado para o fundido é viável, pois além de ter uma economia de aproximadamente R\$ 80.000,00 (oitenta mil reais), também teríamos um ótimo resultado na produção, visto que a empresa possui fundição própria e que o setor de solda especificamente passa pela necessidade de sofrer um desafogamento já que está sendo o gargalo da produção.