

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA**



PROJETO

**ANÁLISE DO PROJETO DE UMA BARRA SEGADORA PARA
CORTAR PLANTAS DE CROTALARIA JUNCEA**

ALUNO

EVANDRO ZANATTA

Aluno de graduação do Curso de Engenharia Agrícola

ALUNO SUBSTITUTO

GABRIEL PHILIPPI PEREIRA GOULART

Aluno de graduação do Curso de Engenharia Agrícola

ORIENTADOR

CARLOS ALBERTO ALVES VARELLA

Professor Adjunto II, Departamento de Engenharia, IT/UFRRJ

**Seropédica
Rio de Janeiro – Brasil
2007**

ÍNDICE

<u>RESUMO.....</u>	<u>3</u>
<u>1- INTRODUÇÃO.....</u>	<u>3</u>
<u>2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</u>	<u>4</u>
<u>3- OBJETIVOS.....</u>	<u>5</u>
<u>3.1 - Objetivos específicos.....</u>	<u>5</u>
<u>4- JUSTIFICATIVA.....</u>	<u>5</u>
<u>5- METODOLOGIA.....</u>	<u>6</u>
<u>5.1- Desenho da barra segadora em CAD 3D.....</u>	<u>6</u>
<u>5.2- Definição das propriedades do material.....</u>	<u>7</u>
<u>5.3- Aplicação de malhas de cargas a geometria da barra segadora.....</u>	<u>7</u>
<u>5.4- Análise dos resultados da simulação das cargas aplicadas.....</u>	<u>7</u>
<u>7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>8</u>
<u>8- VIABILIDADE FINANCEIRA.....</u>	<u>9</u>
<u>9- EQUIPE EXECUTORA.....</u>	<u>9</u>

RESUMO

Este projeto tem como objetivo otimizar o projeto de uma barra segadora acionada por microtratores para cortar plantas de *Crotalaria juncea* em sistema de cultivo orgânico de plantio direto. A otimização será feita utilizando-se o programa computacional solidworks. O solidworks é um programa computacional utilizado para auxiliar no projeto de máquinas, que permite: desenhar em 3D, modelar peças, simular movimentos, montar mecanismos, e por fim, construir um protótipo virtual. A barra segadora é um sistema de corte muito utilizado em máquinas agrícolas, contudo foi inicialmente desenvolvido para cortar gramíneas forrageiras e desta forma necessita de ser otimizado para poder cortar plantas de *Crotalaria juncea*. A hipótese é que otimizar máquinas agrícolas existentes no mercado para serem acopladas em microtratores pode contribuir para viabilizar economicamente a mecanização de pequenas propriedades agrícolas. O projeto será desenvolvido pelo Laboratório de Mecanização Agrícola, Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ.

1- INTRODUÇÃO

A análise de projetos é uma tecnologia de simulação de comportamentos físicos de protótipos em computador. Em vez de fabricar um protótipo e realizar testes complexos para analisar o comportamento físico de um produto, os engenheiros podem obter informações a respeito do produto de maneira rápida e precisa no computador. Com a análise de projetos pode-se minimizar ou até eliminar a necessidade da construção de protótipos físicos e de testes. A tecnologia é utilizada em todo o mundo como ferramenta computacional para desenvolvimento de produtos. A análise de projetos emprega o método de análise de elementos finitos (FEA) para simular o comportamento físico de um produto. Segundo SOLIDWORKS (2007), a análise de projetos surgiu na década de 1990 com base na tecnologia de desenho auxiliado por computador (CAD).

Não faz muito tempo os projetos eram feitos em outros países e em muitas situações não se adaptavam as nossas condições. Especialistas têm detectado que em muitas regiões brasileiras os equipamentos agrícolas têm sua capacidade de utilização comprometida, em razão da sua não-adequação às condições de trabalho. Segundo MANTOVANI et al (1999), para que um equipamento seja utilizado racionalmente é necessário conhecer o sistema de manejo de solo para o qual será projetado. De maneira geral, os fabricantes têm tentado resolver tais problemas, mas existem poucos dados

sistematizados sobre as características do Brasil que possam ser utilizados como parâmetros de projetos. Atualmente as fábricas de máquinas estão deixando de usar os protótipos totalmente funcionais, pois são caros, demoram a ser fabricados e prolongam o ciclo de desenvolvimento do produto, especialmente quando são necessários inúmeros protótipos. Normalmente é preciso repetir vários desses protótipos de projeto custosos antes de se chegar ao projeto final do produto. No mundo real, os atrasos e as despesas relacionadas com protótipos e testes reduzem o número de repetições de protótipos-teste, o que tem um impacto adverso na qualidade do produto. As empresas simplesmente não podem construir e testar o número de protótipos necessários para validar um projeto e acabam aceitando um projeto "suficientemente bom" em vez de buscar a otimização do produto. Protótipos físicos são obstáculos para o desenvolvimento de produtos com sucesso, provocando impedimentos que aumentam os custos e prolongam o ciclo do projeto, sem resultar no melhor produto possível. Diante de pressões da concorrência por projetos mais inovadores e otimizados, bem como produtos mais seguros e confiáveis, muitos fabricantes têm empregado a tecnologia de engenharia auxiliada por computador (CAE) para simular repetições de protótipos-testes e otimizar projetos com base no comportamento físico do protótipo virtual. Assim, a análise de projetos apresenta a vantagem de permitir aperfeiçoar o projeto de máquinas agrícolas no computador sem a necessidade de se construir protótipos para testes.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Muitos estudos feitos atualmente indicam que um dos grandes entraves na mecanização agrícola brasileira é falta de equipamentos adaptados a nossa realidade. MERCANTE et al (2000) afirma que a solução é o desenvolvimento de tecnologias específicas para as condições do mercado nacional, com o intuito de racionalizar as operações agrícolas. ALMEIDA et al (2002) afirma que um dos maiores desafios para a agropecuária brasileira neste início de século é encontrar meios para tornar a pequena propriedade ecológica e economicamente sustentável. A existência de poucas tecnologias apropriadas para a pequena propriedade e/ou a falta de acesso a essas tecnologias têm levado ao uso de práticas ecológica e tecnicamente incorretas com conseqüente empobrecimento dos solos agrícolas, redução das produtividades e descapitalização dos produtores. O resultado tem sido o êxodo rural e suas conseqüências danosas à sociedade. MANTOVANI et al (1999) aborda que, para um equipamento ser utilizado racionalmente, é necessário conhecer as reais características do manejo de solo para o qual o equipamento

será projetado. As tecnologias geradas pela pesquisa moderna têm sido dirigidas basicamente aos grandes produtores. Há necessidade de se ajustar o modelo organizacional das instituições de pesquisa, visando à adequação filosófica e metodológica do trabalho para atendimento às necessidades de desenvolvimento das pequenas propriedades (MUZILLI & SHIKI, 1985). Segundo BACK & FORCELLINI (1997), a seleção de materiais é de suma importância para garantir uma vida útil satisfatória aos elementos mecânicos, assim como de outras partes que interajam com o solo e as plantas. Esses mesmos autores afirmam que se deve considerar no projeto de uma máquina o meio ambiente a que estará sujeita, acabamentos requeridos, reciclagem, poluição ambiental e certificações. Segundo DALL'AGNOL (2001), vários métodos têm sido empregados, ao longo dos últimos anos para atender as necessidades de projetos cada vez mais complexos, desde o Diagrama PERT, desenvolvido pela NASA no início da corrida espacial, até os recentes softwares de modelagem sólida que permitem a simulação de todas as características físicas de uma peça sem a necessidade de fabricá-la.

3- OBJETIVOS

Este projeto tem como objetivo geral otimizar o projeto de uma barra segadora, acionada por microtrator, para cortar plantas de *Crotalaria juncea* em sistema de cultivo orgânico de plantio direto.

3.1 - Objetivos específicos

- ✓ Desenhar a barra segadora em CAD 3D;
- ✓ Definição das propriedades do material;
- ✓ Aplicar malhas de cargas a geometria da barra segadora;
- ✓ Análise dos resultados da simulação das cargas aplicadas.

4- JUSTIFICATIVA

Estudos mostraram que 80% dos custos de fabricação de um produto se concentram em projeto, razão pela qual a capacidade de executar repetições rápidas e econômicas em um projeto torna-se uma vantagem essencial no projeto de máquinas. A análise de projetos possibilita executar repetições rápidas e econômicas em modelos de computador, no lugar de protótipos físicos de custo elevado. Mesmo se os custos de prototipagem não fossem considerações importantes, a análise de projetos oferece benefícios significativos para a qualidade dos produtos, permitindo que os engenheiros detectem problemas em menor

tempo que o necessário para construir um protótipo. A análise também possibilita estudar diversas opções de produtos e ajudar no desenvolvimento de projetos otimizados. A análise de projetos quase sempre revela soluções não intuitivas, muito importantes para o desenvolvimento de máquinas agrícolas úteis.

A mecanização é fundamental para a agricultura, seja pelo aumento da área plantada ou pelo incremento da produtividade. O desenvolvimento de máquinas e implementos adaptados à realidade da agricultura brasileira pode contribuir para a reversão do êxodo rural, que tem como causas diversos fatores, dentre eles o esforço físico do agricultor no seu dia-a-dia. Existe uma parcela de produtores agrícolas, principalmente agricultores familiares que não estão sendo atendidos pelas indústrias de máquinas agrícolas, por serem uma parcela de mercado que na maioria das vezes não atende aos interesses destas empresas. Tendo em vista as necessidades desta parcela de produtores, este projeto é uma iniciativa do laboratório de Mecanização Agrícola da UFRRJ na procura de soluções para projetos de máquinas compatíveis com as necessidades desses produtores agrícolas.

5- METODOLOGIA

O projeto será desenvolvido pelo Laboratório de Mecanização Agrícola do Departamento de Engenharia, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ. A otimização da barra segadora será feita em quatro etapas utilizando-se o programa computacional Solidworks Edu (Solidworks, 2007).

5.1- Desenho da barra segadora em CAD 3D

Inicialmente a barra segadora será desmontada com a finalidade de coletarmos medidas dos elementos constituintes da máquina. A primeira etapa do desenho será definir uma [topologia](#) para a barra segadora, em desenho CAD 3D, de modo que a geometria da máquina permita acoplamento em microtrator da marca Yanmar, modelo TC11 com potência de 13cv. A Figura 1 ilustra a barra segadora que será otimizada para corte de *Crotalaria juncea*. As peças serão desenhadas utilizando o sistema para modelamento tridimensional, paramétrico e variacional. As peças padronizadas e furos serão desenvolvidos utilizando a biblioteca de dados do programa.



Figura 1. Barra segadora que será otimizada para corte de *Crotalaria juncea*.

5.2- Definição das propriedades do material

Será realizada uma revisão bibliográfica sobre máquinas existentes no mercado para relacionar dados de requisitos da barra segadora com a resistência oferecida pelas plantas de *Crotalaria juncea* no momento do corte a fim de selecionar o material mais adequado para fabricação da barra segadora.

5.3- Aplicação de malhas de cargas a geometria da barra segadora

Nesta etapa será estudada a resistência de cada peça da máquina às cargas que receberão, em condições reais de operação, devido ao corte de plantas de *Crotalaria juncea*. As peças serão submetidas a esforços equivalentes aos oferecidos por essas plantas. Nesta etapa será utilizado o módulo Cosmos do Solidworks que é uma ferramenta computacional de análise de tensão primária para validação de desenhos feitos em CAD 3D. Este estudo possibilita que se identifiquem falhas no projeto que poderão ocasionar vibrações ou tensões indesejáveis na máquina, possibilitando ainda resolver problemas de comportamento do projeto sob ação de cargas dinâmicas. As peças selecionadas serão aquelas que apresentarem melhor resistência no momento de simulação dos esforços e tensões, facilidade de construção e baixo custo.

5.4- Análise dos resultados da simulação das cargas aplicadas

Nesta etapa será feita a montagem dos elementos e peças do protótipo virtual da barra segadora. Serão feitas simulações de montagem e de movimentos com checagem de

interferência entre partes da máquina. O solidworks oferece uma ampla variedade de ferramentas de protótipos virtuais que ajuda a identificar e solucionar problemas que poderão ocorrer com o uso da máquina. Além de visualizar os componentes, os subconjuntos e a máquina completa sob todos os ângulos, é possível examinar os componentes internos em qualquer fase do projeto. Também é possível mover os componentes através de toda sua amplitude de movimentos, identificando folgas e detectando interferências automaticamente. Desta forma será realizada a análise do projeto da barra segadora para cortar plantas de *Crotalaria juncea* para fins de formar cobertura morta em sistema de plantio direto para a agricultura orgânica.

6- CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO:

Item	Atividade	Mês											
		ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul
1	Desmontar a barra segadora	x											
2	Coleta de medidas dos elementos e peças		x										
3	Desenhar peças e elementos em Solidworks			x	x	x	x						
4	Pesquisa dos esforços oferecidos pelas plantas de Crotalaria Juncea							x	x				
5	Ensaio e testes de computador em relação aos esforços, tensões nas peças e elementos									x	x		
6	Montagem das peças e proposta de melhorias e soluções											x	x

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA et al. Desenvolvimento e avaliação de uma semeadora adubadora à tração animal. UFG – Goiânia. 2002. 7p.

BACK, N.; FORCELLINI, F.A.; Projeto para Manufatura. Florianópolis: Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, 1997. Apostila de Aula (Não Publicado).

DALL'AGNOL, R; Desenvolvimento de Novos Produtos Através do Gerenciamento Simultâneo de Projetos (GSP) Um Estudo no Caso da Indústria de Máquinas Agrícolas; UFRGS – Porto Alegre. 2001. 86p.

MANTOVANI, E. C. et al; Automação do Processo de Avaliação de Desempenho de Tratores e Implementos em Campo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília - DF, 1999, v. 34, n.7, 6p.

MERCANTE, E, et al; Sistema Informatizado Para Otimização Operacional e Econômica de Máquinas Para Colheita. Congresso e Mostra de Agroinformática. Ponta Grossa – PR, 2000, 7p.

MUZILLI, O. & S. SHIKI. 1985. Organização da pesquisa agropecuária voltada à visão integrada em sistemas de produção. In Seminário sobre Impacto Social do Desenvolvimento Tecnológico na Agricultura de São Paulo e Paraná, 1. IAPAR, Ponta Grossa, Paraná. p. 89-100. Anais.

SOLIDWORKS, Solidworks Latin America Corporation, 2006-2007. Disponível em: <<http://www.solidworksbrasil.com.br/>>. Acessado em junho de 2007.

SOLIDWORKS. Desmistificando a análise de projetos. Disponível em: http://mkt.solidworks.com/emarketing_enu. Acesso em: 27 mai. 2007.

8- VIABILIDADE FINANCEIRA

O desenvolvimento deste projeto não requer investimentos de recursos na aquisição do programa computacional solidworks que será utilizado na modelagem e análise dos elementos e peças da máquina. O recurso mais importante no momento é a renovação da bolsa de iniciação científica do aluno envolvido no projeto.

9- EQUIPE EXECUTORA

Carlos Alberto Alves Varella – Professor Adjunto II – IT /Departamento de Engenharia.

Joseph Kalil Khoury Junior – Professor Adjunto I – IT /Departamento de Engenharia.

Evandro Zanatta – Aluno de Graduação do Curso de Engenharia Agrícola – UFRRJ.

Gabriel Philippi Pereira Goulart. - Aluno de Graduação do Curso de Engenharia Agrícola – UFRRJ.