

# **UM MODELO EMPÍRICO PARA O CÁLCULO DOS CUSTOS NA PRODUÇÃO DE FENO**

**LUCY LANCIA PEREIRA**

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **MARCOS MILAN**

Dissertação apresentada à Escola Superior de  
Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São  
Paulo, para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia, Área de Concentração: Máquinas  
Agrícolas.

**PIRACICABA**

Estado de São Paulo - Brasil

Março - 2003

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Pereira, Lucy Lancia  
Um modelo empírico para o cálculo dos custos na produção de feno / Lucy  
Lancia Pereira. - - Piracicaba, 2003.  
88 p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,  
2003.  
Bibliografia.

1. Custo econômico 2. Feno 3. Mecanização agrícola 4. Planilha eletrônica  
(Programa de computador) I. Título

CDD 636.08552

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

## AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e ao Departamento de Engenharia Rural por terem me recebido no curso de mestrado em Máquinas Agrícolas.

Ao professor Dr. Marcos Milan pela valiosa orientação deste trabalho, e também pela amizade e convivência.

Aos professores do Departamento de Engenharia Rural pelo convívio e conhecimentos transmitidos.

Aos componentes da banca examinadora pela colaboração e aperfeiçoamento do trabalho.

À Fazenda Água Comprida pela oportunidade e fornecimento de dados de fundamental importância para a validação do trabalho.

Ao colega de curso Rodrigo Bonato pela colaboração durante o trabalho.

Aos colegas de curso e aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural pelo convívio e amizade.

Aos amigos Eros Arthur Bohac, Francisco Nogueira Dias, Michel Cambri, Vitor Marcon, pela preciosa amizade.

À minha família pelo apoio e incentivo.

À Fazenda Água Comprida pela oportunidade e fornecimento de dados de fundamental importância para a validação do trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO.....</b>	<b>vi</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>viii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 FENO.....	3
2.2 MODELOS APLICADOS À GRICULTURA.....	6
2.3 DESEMPENHO OPERACIONAL E ECONÔMICO DE TRATORES AGRÍCOLAS.....	15
2.4 CUSTOS DA MAQUINARIA AGRÍCOLA.....	16
2.4.1 CUSTOS FIXOS.....	16
2.4.2 Custos variáveis.....	19
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
3.1 DESENVOLVIMENTO DO ALGORITMO.....	22
3.1.1 Sistemas de colheita e equipamentos.....	22
3.1.2 Fundamentos para o desenvolvimento do algoritmo.....	23
3.1.2.1 Cálculo do custo horário.....	24
3.1.3 Capacidade operacional.....	27
3.1.4 Custo Operacional.....	28
3.1.5 Cálculo do número de conjuntos.....	28
3.2 DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA.....	30
3.2.1 Verificação da rotina.....	30
3.2.2 Validação.....	31
3.3 Aplicação do programa.....	32
3.3.1 Cenário básico.....	32
3.3.2 Análise de sensibilidade.....	32
3.3.3 Cenários alternativos.....	33
3.3.4 Alternativas Propostas.....	35
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>36</b>
4.1 SISTEMA DE COLHEITA.....	36
4.2 ALGORITMO.....	39
4.3 Programa.....	41
4.3.2 Planilha.....	43
4.4 CENÁRIO BÁSICO.....	44
4.5 Análise de sensibilidade.....	47
4.6 CENÁRIOS.....	49
4.7 Alternativas Propostas.....	60
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>63</b>



<b>ANEXOS.....</b>	<b>64</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>81</b>

# **UM MODELO EMPÍRICO PARA O CÁLCULO DOS CUSTOS NA PRODUÇÃO DE FENO**

Autora: LUCY LANCIA PEREIRA

Orientador: Prof. Dr. MARCOS MILAN

## **RESUMO**

O setor agropecuário apresenta uma grande importância na economia brasileira, sendo responsável por aproximadamente 6% do PIB. Uma das dificuldades da pecuária bovina é a estacionalidade da produção forrageira, determinando a alternância de períodos de abundância e escassez de pasto, que cria a necessidade de conservar parte da produção de forma a atender as necessidades de alimentação do rebanho na época seca. Para isso, a fenação constitui uma das alternativas recomendáveis, exigindo um elevado grau de mecanização e os equipamentos envolvidos possuem um alto custo. Por isso, sistemas mecanizados devem ser selecionados da melhor forma para que os custos sejam reduzidos. Assim, o trabalho foi desenvolvido em planilha eletrônica, com o objetivo de determinar os custos dos sistemas mecanizados de colheita de feno, identificando os de menor custo e as variáveis críticas a esses sistemas. Para a construção da planilha foi desenvolvido um algoritmo, que contém, o cálculo do custo horário dos equipamentos, dias disponíveis,

ritmo operacional e determinação de seu desempenho operacional e econômico. A validação foi realizada através de comparações dos dados fornecidos pelo modelo com os da bibliografia. Com a análise de sensibilidade foi possível observar que os fatores valor inicial e eficiência de trabalho foram os que mais influenciaram no custo total da fenação. Com a elaboração de cenários pôde-se observar que, com o aumento da área, a substituição de alguns equipamentos no sistema, aumento da velocidade e eficiência de trabalho, o custo do sistema foi reduzido. O modelo se mostrou adequado no cálculo dos custos e nas tomadas de decisão quanto a escolha de sistemas mecanizados para a fenação.

## **MODEL OF COSTS IN THE CROP OF HAY**

Author: LUCY LANCIA PEREIRA

Adviser: Prof. Dr. MARCOS MILAN

### **SUMMARY**

The agricultural sector presents a great importance in the Brazilian economy, being responsible for 6% of CNP (Cross National Product). One of the difficulties of the cattle raising is the estacionalidade of the forage production, determining the alternation of abundant periods and pasture shortage, so it creates the need to conserve part of the production, in a way to assist to the needs of feeding of the flock at that drought time. For that, the hay process constitutes one of the advisable alternatives, but it demands a high mechanization level and the involved equipments have a high cost. Therefore, automated systems should be selected in the best way for the costs to be reduced. Like this, the work was developed in electronic spreadsheet with the objective of determining the costs of the automated systems of hay crop, identifying the smallest cost and the critical variables the those systems. For the construction of the spreadsheet an algorithm was developed, which contains, the calculation of the hourly cost of the equipments, available days, operational rhythm and determination of your operational and economical acting. The validation was accomplished through comparisons of the data supplied by the

model with the one of the references. With the sensibility analysis it was possible to observe that the factors initial value and work efficiency were those which more influenced the total cost of the hay process, and final value and fuel price those which less influenced in the system. Through the elaboration of scenarios it could be observed that with the increase of the area, with the substitution of some equipments in the system, increase of the speed and work efficiency, the cost of the system was reduced. The model was shown appropriate in the calculation of the costs and in the decision in the choice of automated systems for the hay process.

## 1 INTRODUÇÃO

O setor agropecuário apresenta uma grande importância na economia brasileira, pois contribui com cerca de 6% no PIB (Produto Interno Bruto) nacional, sendo que, desse valor, 35% vêm da produção animal. Pelo último censo realizado, o Brasil possui ao redor de 153.000.000 cabeças de bovinos e de 177.000.000 hectares destinados à pastagem (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2003).

Na maioria das áreas agropastoris do mundo, períodos de intenso crescimento forrageiro alternam-se com períodos de baixa produção, seja por causa das baixas temperaturas ou pelo déficit hídrico. Assim, o homem tem conservado alimento produzido no verão para lhe servir de sustento durante o inverno. No Brasil, a estacionalidade da produção de plantas forrageiras possui um papel determinante na produtividade de sistemas pastoris. A grande oscilação da produção entre diferentes épocas do ano faz com que haja o acúmulo em uma certa época e escassez em outra. Durante as chuvas, existe abundância de forragens, que possibilita melhor reprodução, crescimento mais rápido e maior produção de carne, leite e derivados. Terminadas as chuvas, as forrageiras secam e perdem seu valor nutricional rapidamente, perdendo muito de seu valor nutritivo. A falta de água, baixa temperatura, luminosidade e radiação insuficientes fazem com que apenas 20% da produção anual de espécies forrageiras se concentrem no período da “seca”. Os outros 80% de produção de matéria seca estão concentrados na época das “águas”. Devido a essas características, há um grande interesse em alternativas para contornar e resolver o problema. A intensificação de produção de volumosos suplementares

durante o verão, visando à conservação de alimento para o inverno, como a silagem e a fenação, é uma dessas alternativas.

A fenação é um processo de conservação de forragem através da sua desidratação e ocupa um importante papel no manejo das pastagens, permitindo o aproveitamento dos excedentes de volumosos ocorridos em períodos de crescimento acelerados das plantas forrageiras. Sua produção em larga escala exige mecanização intensiva em todas as etapas. O processo só é viável economicamente, à medida que a mecanização se torna eficiente, pois esta é um das fases mais onerosas do processo, já que chega a participar dos custos de produção em até 40%. A seleção das máquinas e equipamentos é uma atividade complexa em função das inúmeras variáveis envolvidas, incluindo o grande número de opções existentes no mercado. O mau dimensionamento gera aumento nos custos, podendo tornar a produção economicamente inviável.

Tendo em vista a complexidade da seleção de conjuntos mecanizados e o número de variáveis envolvidas, o objetivo do trabalho é avaliar o desempenho operacional e econômico de sistemas mecanizados aplicados à colheita de forragens através da utilização de um modelo empírico computacional, desenvolvido em planilha eletrônica

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Feno**

Para as condições brasileiras, um dos maiores problemas da pecuária bovina ocorre no período seco, devido à baixa produção e qualidade de nossas pastagens e silagem, e do pouco feno produzido (Pizarro, 1980).

As plantas forrageiras no Brasil apresentam o fenômeno de estacionalidade da produção. Cerca de 80% da produção anual de espécies forrageiras se concentra no período quente e chuvoso (Haddad, 1992; Leite, 1980). Além da queda de produção durante o inverno, há também o aspecto da queda da qualidade, e por isso, métodos que conservem a forragem com o máximo possível de seu valor original são necessários para amenizar e resolver o problema (Haddad, 1992). Quando se fala em processos de conservação de forragem para ruminantes, a fenação é citada (Silva & Pedreira, 1997).

Em termos técnicos, é denominada de fenação a conservação de forragens através da desidratação enérgica e parcial da massa, a qual pode ser armazenada por muito tempo (Haddad & Castro, 1998). O feno é produzido a partir de plantas verdes desidratadas, com menos de 15% de água, o que permite que seja armazenado, sem deterioração de seus princípios nutritivos. Para que essa umidade ideal seja atingida, o material tem que ficar exposto, em média, a 30 horas de insolação. Isto implica em pelo menos três dias ensolarados após o corte e mais um dia para coleta e enfardamento, afirma Seiffert (1980).

O principal objetivo da fenação é obter um produto de qualidade e com



pouca perda de matéria seca. Para uma boa qualidade do feno, o manejo deve permitir que 95% da água evapore o mais rápido possível. Segundo o estudo realizado por MacDonald & Clarck (1989), as práticas de manejo influenciam sobre a perda de água e também as perdas de matéria seca e qualidade do feno. As perdas de qualidade em termos de proteína bruta, carboidratos não estruturais, digestibilidade e ingestão, podem ser estimadas em até 50% (MacDonald & Clarck, 1989). Seiffert (1980) relata que a qualidade do feno está associada a teores altos de proteína e nutrientes digestíveis totais. Para que isso seja atingido deve ser escolhida a espécie adequada, feito um bom manejo da forrageira e a colheita ser realizada na época certa. A diferença de digestibilidade entre fenos colhidos antes e depois da floração é grande. Pizarro (1980), analisando a composição química de fenos produzidos no estado de Minas Gerais, relata que o sucesso na produção de feno depende de alguns pontos a serem considerados que são o momento da colheita (estágio vegetativo), o tipo da forrageira, a maquinaria a utilizar, a manipulação do material após o corte, o teor de água no momento do armazenamento e o tipo de armazenamento. Gramíneas e leguminosas podem ser utilizadas para a produção de feno. O autor cita em seu trabalho que os teores de proteína bruta para o feno realizado a partir de leguminosas é de 14,0% e 5,5% em capim jaraguá. Ressalta também que estudos têm mostrado que a época de corte é geralmente mais importante do que o tipo de forrageira usada, pois a digestibilidade da matéria seca é afetada. Com relação à maquinaria a utilizar, a secagem deve ser feita em menos tempo possível e de forma homogênea; assim, tratamentos mecânicos após o corte devem ser feitos. O intervalo compreendido entre o corte do material a ser fenado e o armazenamento é fator essencial, não só em relação à conservação do produto, mas também pela sua influência no valor nutritivo e digestibilidade. Um requisito fundamental na produção de feno é a rápida evaporação da água da forragem, a fim de que o material possa ser armazenado com segurança. A respiração, a perda de nutrientes pela chuva e a queda de folhas são os principais responsáveis pelas

perdas na produção de feno, mas há a possibilidade de perdas adicionais durante o armazenamento, devido à respiração, ao ataque de microrganismos e à elevação da temperatura; sendo assim, o teor de água no momento de enfardar pode levar ao sucesso ou ao fracasso. Ball et al. (1998) diz que o corte deve ser feito ao final da manhã, durante a tarde e até o início na noite, quando não há presença de orvalho. Faria & Corsi (1993) afirmam que o teor de água ideal da massa seria entre 15 a 18%, correspondendo a uma umidade relativa do ar entre 60 e 70%. Um armazenamento adequado do feno também contribuirá para uma boa qualidade, podendo ser preservado por longos períodos. Ainda Pizarro (1980) relata que o feno pode ser armazenado solto e/ou enfardado nas condições de galpão, no campo sendo coberto com lona plástica, ou sem esta cobertura, dependendo das condições climáticas do local.

As perdas de matéria seca podem ser consideradas em três fases: primeiramente por perdas respiratórias e em decorrência de condições climáticas desfavoráveis durante a secagem, em segundo, por perdas na colheita associada ao corte, condicionamento, enleiramento e enfardamento, e em terceiro, durante a estocagem e o manuseio. Segundo Rotz & Sprot (1984) as perdas de MS com as operações mecânicas são de 1-3% para o corte, 1-2% para o revolvimento, 3-6% para o transporte e 2-10% para o enfardamento.

De acordo com Seiffert (1980), o feno pode possibilitar lucros, desde que sua produtividade seja elevada, o que se consegue quando a espécie é bem escolhida, adequadamente cultivada e estocada e convenientemente arraçoada. Siewerdt (1980), num trabalho feito com custos na mecanização na produção de feno, comenta que a produção de feno em escala agroindustrial é processo que exige elevado grau de mecanização. Técnicas de produção de feno são descritas por Faria (1975), Carvalho & Haddad (1987), Lavezzo & Andrade (1994), envolvendo as operações de sega mecânica, movimentação da massa (revolvimento), enfardamento, armazenamento e o fornecimento para os animais. Siewerdt (1980) no mesmo trabalho cita o corte/condicionamento, viradas/enleiramento e o enfardamento como sendo operações totalmente

mecanizadas. Para planejar um sistema de produção de forragem para uma certa propriedade, o primeiro passo é selecionar o melhor sistema de colheita e armazenamento. Muitos sistemas e combinações diferentes de máquinas para produzir feno podem ser usados (Rotz, 2001). Pizarro et. al. (1980) comenta que os equipamentos utilizados no processo têm alto custo. Por isso, sistemas mecanizados devem ser selecionados da melhor forma para que custos sejam reduzidos. A quantidade de máquinas disponíveis no mercado e os custos indiretos associados à pontualidade das operações tornam a seleção de sistemas mecanizados uma atividade complexa.

## **2.2 Modelos aplicados à agricultura**

Para avaliar o desempenho econômico e operacional de sistemas mecanizados, trabalhos vêm sendo desenvolvidos para a modelagem desses sistemas, permitindo que as variáveis envolvidas sejam estudadas dentro dos custos de produção, auxiliando nas tomadas de decisões. Dourado Neto et al. (1998) afirmam que o objetivo de modelar é produzir uma ferramenta que pode ser usada para testar e gerar hipóteses alternativas, sugerir experiências, e além disso, prever o comportamento do sistema em situações desconhecidas. Rotz (2001) afirma que vários *softwares* vêm sendo desenvolvidos para auxiliar na planejamento e seleção de conjuntos mecanizados para a produção agrícola.

Na cultura da soja e milho, alguns modelos foram desenvolvidos para otimizar a seleção de máquinas agrícolas considerando a pontualidade das operações (Ozkan & Edwards, 1986). Burrows & Siemens (1974) desenvolveram um programa computacional para determinar o menor custo, número e tamanho de máquinas para fazendas de 120 a 800 ha, no “Cinturão do Milho” (EUA). Foram feitas tentativas com número de horas de trabalho, número e tamanho de máquinas. Quando o número destas variáveis aumentou,

o custo de pontualidade foi zero. Para a determinação do conjunto mecanizado de menor custo, máquinas menores foram testadas. Cada fazenda obteve um conjunto mecanizado ideal. Foi realizada também a análise de sensibilidade numa propriedade de 160 ha. As variáveis estudadas foram o valor inicial das máquinas, taxa de juros, reparos e manutenções, preço do combustível e produtividade das máquinas, concluindo que o valor inicial foi o que mais afetou. Para a determinação de dias disponíveis para o trabalho foi calculada uma probabilidade num certo período no qual em pelo menos 80% dos anos aquela data seria apta para o trabalho.

A maior parte dos modelos que selecionam máquinas em sistemas de produção procuram calcular a faixa de potência ideal para as operações de campo devido a sua relação com exigência de força tratoria dos implementos, a qual influencia diretamente no preço de aquisição dos equipamentos, base de todo planejamento dos custos da mecanização. A atividade do cálculo dos custos se torna mais simples com as soluções dadas pela modelagem, já que podem armazenar dados relevantes de todas as máquinas além de observar o efeito de diferentes faixas de potência para diferentes tamanhos de área (Hunt, 1974; Chancellor & Cervinka, 1969). Com a potência determinada, deve-se adequar os implementos que serão acoplados ao trator (Witney et al., 1988) e definir de que forma esses atuarão no campo. Edwards & Boeijlhe (1980) construíram um modelo para cálculo dos custos do maquinário em operações de campo, em propriedades de 81 a 364 ha. O custo mínimo foi calculado através de testes de desempenho de dez conjuntos mecanizados durante dezenove anos, utilizando os dias ideais de trabalho. Foi concluído que reduzindo-se as horas de trabalho e aumentando-se a área, máquinas com maior potência apresentam menores custos. Os conjuntos menores tiveram menores custos em áreas entre 81 a 162 ha. Para o cálculo de dias disponíveis para o trabalho esses autores usam uma coleção de dados de temperatura e de chuva numa série longa de tempo. Deste modo uma distribuição de

probabilidade de dias de campo satisfatórios pode ser desenvolvida para vários períodos durante o ano.

Winsauer & Underwood (1980) desenvolveram modelos usando a linguagem GPSS (Sistema de Simulação de Propósito Comum), feito pela IBM para estimar os custos de colheita florestal.

Já na ensilagem de milho, Vera & Pizarro (1981) desenvolveram um modelo de simulação, elaborado a partir de dados experimentais obtidos em quatro anos sobre os principais aspectos de conservação, que foram o rendimento da matéria seca, valor nutritivo, operação de campo e eficiência dos processos de conservação sob a forma de silagem. Foram feitas simulações para o estudo de diferentes combinações de mão-de-obra e maquinaria durante o corte manual para a ensilagem em cinco hectares de milho. Foram estudadas todas as combinações possíveis, de 6, 8 e 10 homens no corte manual, 2, 4 e 6 no transporte mecânico e descarga manual e 2, 3, 4 e 5 carretas de 10 ou 12 m<sup>3</sup> de capacidade. As diferentes combinações de recursos estudados não resultaram em variações significativas na qualidade da silagem produzida, mas foi verificado que o número e volume das carretas foram os principais limitantes da operação de silagem.

Rotz et al. (1983) desenvolveram um algoritmo para selecionar sistemas mecanizados através de custo mínimo. A capacidade mínima requerida para cada equipamento é calculada com base na operação a ser realizada, na área a ser trabalhada e no tempo disponível. Os custos são calculados e uma nova simulação é feita com um novo conjunto trator- implemento, de maior tamanho, e comparado com o anterior. Várias simulações foram feitas até ser obtido o conjunto que apresentava o menor custo. Para a verificação dos resultados de programa, os autores fizeram duas análises, a análise de sensibilidade e a validação. A primeira procura avaliar a importância das variáveis utilizadas no algoritmo em alterar as características do sistema mecanizado. Esta foi realizada para a probabilidade de dias úteis, tipo de solo, tamanho da propriedade e parâmetros econômicos. Já a segunda compara os resultados

gerados pelo programa com os de uma propriedade agrícola, no qual foi realizada para duas propriedades, uma de 100 e outra de 400 ha.

Também para a cultura da soja, Chen & McCledon (1984) desenvolveram um modelo que permite analisar a produtividade da cultura baseado na data inicial de plantio, espaçamento entre linhas e colheita e nos cultivares. Foram também usados dados meteorológicos de vinte anos. O modelo foi testado com equipamentos de várias larguras. Os resultados indicaram que a produtividade aumentou e a área plantada diminuiu com o plantio dentro do período ótimo. As condições de tempo durante o plantio e a colheita apresentaram efeitos significantes no rendimento. Numa combinação de oito linhas para a semeadora e 6 linhas para a colhedora, a média dos resultados em vinte anos indicaram que vinte e nove de abril seria a data ótima para o início da semeadura.

Um modelo para estimar custos com reparos e manutenções de máquinas agrícolas foi desenvolvido por Rotz (1987). O modelo relaciona estes custos com o valor inicial e horas de uso da máquina. Os parâmetros foram desenvolvidos para várias máquinas considerando dados de reparos e manutenções ao longo dos anos.

Hoogenboom et al. (1992) fizeram uma revisão sobre modelos de colheita, o SOYGRO, PNUGRO e BEANGRO, os quais foram desenvolvidos na Universidade da Florida baseados nas culturas do feijão, soja e amendoim, respectivamente. Os processos principais simulados nesses modelos são o desenvolvimento reprodutivo e vegetativo, crescimento da biomassa, equilíbrio hídrico da planta e do solo em função do tempo, do solo e das condições da cultura. Dados sobre o tempo, radiação solar, temperatura máxima e mínima diária, e precipitação total diária foram observados desde o início da simulação.

Através do "GEDE", um software que faz uso da programação linear, um modelo foi desenvolvido por Jannot & Cairol (1994) para analisar investimentos e selecionar equipamentos em empresas agrícolas para diversas culturas, a fim de minimizar os custos. O usuário apenas entra com dados referentes à própria fazenda, como: tipo de máquina, operações agrícolas, dias disponíveis de

trabalho, jornada de trabalho, área de propriedade e alguns dados da própria cultura. Foram feitas simulações nas quais foi analisada a redução da mão-de-obra e o uso de máquinas maiores. Com a adição dessas máquinas houve um acréscimo no lucro da fazenda de até 80%.

Parmar et. al. (1996) utilizaram algoritmos genéticos e simulações para selecionar máquinas agrícolas com o objetivo de minimizar os custos totais. Denomina-se algoritmo genético, um método para selecionar máquinas, onde cada uma é representada por 12 bits e a cada par de bits tem-se uma característica da máquina, adaptando os conjuntos mecanizados às condições de trabalho até o equilíbrio, assim, obtém-se a frota mínima para cada cultura. Este método foi usado para achar o conjunto mecanizado próximo do ótimo para uma fazenda de 150ha. Os autores concluíram que comparado com simulações sucessivas, chamado de método exaustivo, o algoritmo genético é capaz de selecionar um conjunto mecanizado em 10% do tempo, além de melhorar a qualidade das soluções.

Lopes et al. (1995) desenvolveram um programa computacional, denominado "SOMA" ( seleção ótima de máquinas agrícolas) para selecionar um sistema mecanizado para atender às exigências técnicas e econômicas de uma propriedade agrícola, adaptando o modelo e testando os parâmetros utilizados por Hunt (1977). O cálculo das larguras dos implementos foi feito com base na capacidade operacional e através desta foi feita a seleção de equipamentos para cada propriedade. Foram estudados os custos fixos e variáveis. O tempo operacional foi calculado com base na capacidade operacional dos equipamentos. O "SOMA" apresentou resultados satisfatórios nas condições em que foi testado, sendo assim uma ferramenta para a seleção de sistemas mecanizados agrícola.

Barbosa et al. (1998) construíram um modelo computacional a fim de analisar sistemas de maquinaria agrícolas como também identificar fatores críticos e estratégias que poderiam conduzir a uma redução em custos de produção. O trabalho foi realizado em uma fazenda, cujo sistema agrícola

incluiu seis tipos de colheitas diferentes, cultivada ao longo de um ciclo de três anos. Uma primeira planilha continha todos os dados necessários para a simulação, como informações de dados meteorológicos, dias disponíveis, cultura, área, uso anual e vida útil das máquinas. A segunda planilha continha os cálculos do número de conjuntos mecanizados e seus custos por hora. Na terceira era possível a seleção por fatores individuais, como consumo de combustível por cultura, custo total da cultura, etc. Já a quarta planilha apresentava mais alguns dados como taxa de trabalho, custos operacionais e numa última, os custos eram calculados usando as outras quatro planilhas. O uso deste modelo mostrou uma correlação significativa entre os resultados de simulações com a bibliografia e a rotina da fazenda. Uma concentração de tratores ocorreu quando o número de dias disponíveis foi reduzido e houve um aumento das operações. Desta análise, foi possível identificar o número racional de tratores de alta potência e a falta de tratores de média potência durante períodos críticos. Foram feitas análises de sensibilidade de oito componentes diferentes do sistema no qual valor inicial e horas de uso eram os mais significantes. Também foi concluído que o treinamento para funcionários deve ser feito a fim de reduzir custos de reparos e manutenções.

Na cultura da cana-de-açúcar, vários modelos foram desenvolvidos para estudos econômicos de colheita mecanizada e transporte por Crossley (1987), Lopes (1995), Salassi & Champagne (1998). Milan (1999) desenvolveu um programa que considera quatro subsistemas envolvidos no sistema de produção de cana-de-açúcar (agronomia, transporte, mecanização e colheita) e suas interações e a sua utilização para identificar fatores e estratégias relacionadas com o gerenciamento e alternativas de uso de equipamentos aplicados ao sistema de produção. Para a análise o autor acresceu 10% em cada parâmetro. Em uma área de 15.000 ha e uma distância de 50 km da indústria, os fatores que mais influenciaram no custo foram o preço de aquisição dos caminhões de transporte da cana-de-açúcar, seguido pelos custos de reparos e manutenção destes e o valor do combustível. Já o fator que



menos influenciou foi o valor final da carregadora de cana. O conjunto trator-implemento foi selecionado a partir da seqüência de operações feitas em cada talhão. Foi concluído que a frota de alta potência e uniforme de tratores influi na diminuição no número de conjuntos, aumentando as horas de uso das máquinas e conseqüentemente na diminuição do custo horário.

Na cultura de citros, Tachibana et al. (1999) desenvolveram um modelo empírico, através do software *EXCEL 97<sup>TM</sup>* para avaliar o desempenho operacional e econômico de um sistema mecanizado em operações de tratos culturais. Os custos dos equipamentos agrícolas foram calculados através das equações apresentadas por Balastreire (1987) e de dados obtidos a campo. Na propriedade avaliada, 90% dos talhões apresentaram custos de até US\$ 36,00 por hectare, já a situação otimizada apresentou esse custo de US\$21,00 por hectare. O modelo foi aplicado na elaboração de cenários e na análise de sensibilidade, que indicou o número de jornadas diárias, a vida útil e o preço inicial do conjunto como sendo os fatores que mais influenciaram no custo operacional.

Tachibana (2000) desenvolveu um modelo, em *Visual Basic 6.0*, para a simulação de sistemas mecanizados utilizados na aplicação de defensivos agrícolas em culturas perenes, visando a redução de custos. As rotinas de cálculo foram calculadas de acordo com a bibliografia e observações feitas a campo. Foram realizadas duas análises além da elaboração de cenários. A primeira, a análise de sensibilidade, através da qual foi possível observar que os fatores como o volume de calda, velocidade de aplicação, preços de aquisição das máquinas e do combustível foram os que mais influenciaram nos custos totais. A segunda análise, a validação, foi realizada através de comparações dos dados obtidos no modelo com os da bibliografia e os levantados numa propriedade agrícola de laranja, mostrando que o modelo pode ser usado para auxiliar produtores em tomadas de decisões. Como resultado o aumento da velocidade de aplicação foi a que mais influenciou na necessidade de conjuntos mecanizados, na capacidade de campo operacional

e nos custos totais. O aumento da jornada de trabalho de 8 para 10 horas por dia causou uma redução de 21% da necessidade de conjuntos mecanizados. Com o uso de algumas alternativas, como máquinas equipadas com sensor de plantas, redução do volume calda, a redução dos custos com produtos fitossanitários foi de 20 a 25%.

Veiga (2000) desenvolveu um modelo capaz de avaliar os custos da mecanização sobre a influência da pontualidade de semeadura também na cultura da soja, que foi dividido em três partes. Na primeira foram determinadas equações de rendimento da cultura em função de diferentes épocas de semeadura. Já na segunda foi desenvolvido o modelo computacional para os custos de mecanização, levando-se em consideração a pontualidade da semeadura, baseado nas equações de rendimento. Na terceira parte o modelo foi aplicado para a simulação de cenários. A capacidade operacional de campo e o número de conjuntos por semana são calculados de acordo com metodologia adotada por Mialhe (1974). Os custos diretos das máquinas utilizadas foram obtidos de acordo com a American Society of Agricultural Engineer - ASAE (1996). Os custos operacionais foram calculados a partir das horas de uso das máquinas segundo as requeridas no planejamento. A seleção de máquinas agrícolas pelo modelo apresentou resultados e rotina adequados, quando comparados aos da bibliografia e de uma propriedade agrícola produtora de soja.

Em se tratando de forragens, Rotz & Chen (1985) desenvolveram um modelo empírico baseado em dados de campo com alfafa com tratamento mecânico e sem tratamento químico com o objetivo de determinar as variáveis que influenciaram a taxa de secagem da alfafa. Os dados coletados foram referentes aos parâmetros de secagem da alfafa e parâmetros do meio-ambiente. As variáveis que mais influenciaram foram a insolação, como sendo referente ao meio- ambiente e referente à taxa de secagem, o déficit da pressão de vapor e a temperatura do bulbo.

Rotz et al. (1989) revisaram e citaram o modelo DAFOSYM (Dairy Forage System), desenvolvido por Savoie et al. (1985), o qual foi desenvolvido com o objetivo de avaliar novas tecnologias e estratégias de gerenciamento em fazendas produtoras de leite. Este programa trabalha com muitas variáveis considerando dados de clima, tipo de colheita, produção, dimensionamento de máquinas, tipo e tamanho de silo, entre outros.

Rotz (1994) juntou informações através de revisão de bibliografia e as usou para desenvolver modelos referentes à secagem e perda de nutrientes em cada fase de colheita da forragem. Modelos incluem respiração de planta, dano de chuva, corte, movimentação de leiras, enfardamento e perdas. Estes modelos podem ser usados para identificar perdas e alterações na qualidade da forragem.

No feno, Thilén & Sundberg (1994) criaram um modelo para auxiliar fazendeiros da Suécia na tomada de decisões. Foram levados em consideração os dados de capacidade operacional das máquinas disponíveis. Os parâmetros climáticos usados no modelo foram como precipitação, radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar, que foram observados durante seis anos. Com isso o modelo analisava as condições e indicava o tamanho do talhão a ser fenoado em função ao tempo disponível e da capacidade operacional das máquinas. Foi concluído que a qualidade da fenação está diretamente ligada a fatores climáticos, os quais influenciam no tempo de trabalho, exigindo alternativas gerenciais para o sistema.

Ribeiro et al. (1999) avaliaram o desempenho operacional e econômico de equipamentos para a fenação, especificamente na produção de feno de *coast-cross*. Foram analisadas a velocidade das máquinas e a largura efetiva de trabalho e determinadas a capacidade de campo efetiva, a capacidade de produção efetiva, o consumo de combustível e custos operacionais para cada operação. Observaram que as operações de corte e enfardamento demandaram maior tempo e maior quantidade de energia. Também concluíram que áreas planas de grande extensão reduzem o número de manobras dos

conjuntos mecanizados, resultando em maior rendimento. Os custos fixos foram altos. Mais de 80% dos custo variáveis foram relacionados com a mão-de-obra e manutenção preventiva das máquinas.

### **2.3 Desempenho operacional e econômico de tratores agrícolas**

O estudo das operações agrícolas visa relacionar o emprego de máquinas, implementos e ferramentas na execução das operações agrícolas. Para isso é necessário o estudo analítico das operações através da análise operacional e também a escolha de máquinas mais adequadas (Mialhe, 1974). Para isso alguns itens devem ser estudados. Esse mesmo autor afirma que o desempenho operacional é um conjunto complexo de informações que definem, em termos quali-quantitativos, os atributos da maquinaria agrícola executando operações sob determinadas condições de trabalho. A capacidade de campo operacional é a quantidade de trabalho que máquinas e implementos agrícolas são capazes de executar numa unidade de tempo. Este mesmo item é definido pela ASAE (1999) como sendo a quantidade de área trabalhada em um determinado tempo. O ritmo operacional é outro índice a ser calculado, pois expressa a intensidade de trabalho de execução de uma operação, afirma Mialhe (1974).

Com os itens acima calculados, deve-se conhecer o desempenho econômico, que se denomina a relação entre o trabalho executado do conjunto e as despesas efetuadas (Mialhe, 1974). A despesa que o conjunto faz por unidade de tempo recebe o nome de custo-hora, que é composto por custos fixos e variáveis. Balastreire (1987) relata que os custos do uso de máquinas agrícolas são divididos em custos fixos e custos operacionais. De acordo com ASAE (1999), os custos fixos são aqueles que não dependem do tempo de uso da máquina, sendo assim as despesas geradas pela compra da máquina (depreciação da máquina, juros sobre o capital, seguro, alojamento, taxas e

impostos). Já os custos variáveis são os gastos dependentes do uso da máquina (reparos e manutenções, combustível, mão-de-obra, etc.).

## 2.4 Custos da maquinaria agrícola

Hunt (1974) divide os custos totais em fixos e variáveis. Os custos fixos são aqueles que independem da intensidade do uso da máquina. Os custos variáveis são os dependentes do uso.

### 2.4.1 Custos fixos

#### A.1. Depreciação

Segundo Noronha (1981) depreciação é uma reserva contábil destinada a prover fundos necessários para a substituição do capital investido de bens produtivos de longa duração, em função de desgaste e/ou obsolescência

Segundo Teixeira (1995) os métodos usualmente empregados para esse cálculo são:

a) Método da linha reta, onde o valor da máquina é depreciado de um valor constante dado pela expressão (eq.1),

$$D = (P-S)/V \quad (1)$$

Onde:

D = depreciação;

P = preço de aquisição do equipamento;

S = valor de revenda;

V = vida útil.

b) Método dos saldos decrescentes, que usa uma taxa constante de depreciação aplicada sobre o valor residual do ano anterior (eq. 2, 3 e 4)

$$Dt = B (1-d)^{t-1} d \quad (2)$$

$$VR_t = B (1-d)^t \quad (3)$$

$$d = 1 - (VR_t n/B)^{1/n} \quad (4)$$

Onde:

Dt = depreciação no período t;

B = preço de aquisição;

d = taxa de depreciação;

VR = valor residual;

n = tempo em anos.

c) Método da soma dos dígitos dos anos, onde a taxa de depreciação é decrescente. Mas essa taxa se aplica ao mesmo valor (B-S) como no método linear. Assim, a taxa de depreciação e o valor residual decrescem à medida que o bem vai se depreciando (eq. 5)

$$D_n = (N/F)(B-S) \quad (5)$$

Onde:

Dn = taxa de depreciação no período n;

N = período ou ano corrente para o cálculo;

F = soma dos dígitos naturais dos n períodos de vida útil;

B = preço de aquisição;

S = valor de revenda.

d) Método do fundo de recuperação do capital, onde o cálculo da depreciação é feito de forma a constituir uma reserva, sobre a qual incidem

juros, de forma a reunir capital suficiente para a reposição do bem no final da vida útil do equipamento, visto na eq. 6.

$$V_n = (P-S) \left[ \frac{(1+i)^L - (1+i)^n}{(1+i)^L - 1} \right] + S \quad (6)$$

Onde:

$V_n$  = valor da reserva no ano  $n$ ;

$P$  = custo de aquisição do equipamento;

$S$  = valor de revenda;

$i$  = taxa de juros no período, normalmente anual;

$L$  = ano corrente para o cálculo, no ano  $n$ .

e) Valor de mercado, para calcular a depreciação se utiliza de uma pesquisa de mercado para estabelecer o real valor do conjunto usado

## A.2 Juros

Hoffmann et al. (1984) definem que a todo capital empregado deve-se atribuir o juro calculado sobre a taxa nominal.

Teixeira (1995) afirma que o método recomendado é o Fator de Recuperação de Capital (CRF), dado pela equação abaixo (eq.7)

$$CRF = \frac{i (1+i)^L}{(1+i)^L - 1} \quad (7)$$

Onde:

$i$  = taxa de juros no período, normalmente anual;

$L$  = ano corrente ou número de períodos anuais.

Balastreire (1995) demonstra o cálculo dos juros pela equação (eq.8):

$$J = \frac{(VA+VR) \cdot i\%}{2} \quad (8)$$

Onde:

J = juros do capital investido ao ano;

VA = valor de aquisição;

VR = valor de revenda;

i = taxa anual de juros.

### A.3 Alojamento

Os custos relativos ao abrigo dos equipamentos agrícolas são calculados sobre o valor de compra destas. Teixeira (1995) e ASAE (1999) recomendam que esse valor seja de 0,75% .

### A.4 Seguro

Teixeira cita que esse valor seja de 0,75% ao ano sobre o custo de aquisição do bem. ASAE (1999) recomenda que esse valor seja de 0,25 % do valor inicial da máquina.

## 2.4.2 Custos variáveis

### B.1 Reparos e Manutenção

Balastreire (1987) considerou como custos de reparos, todos os relacionados a quebras ou desgastes.

Analisando dados num período de oito anos de consumo de combustível de uma fazenda no Estado de São Paulo, Teixeira (1995) chegou a seguinte



equação para o cálculo dos custos de reparos e manutenção para tratores com tração dianteira auxiliar e de potência no volante entre 86 e 106,6 kW, eq. 9.

$$TAR = 2,27 \cdot TAU h^{1,523} + 1,037 \quad (9)$$

Onde:

TAR = custo acumulado de reparos e manutenção;

TAU h = horas totais acumuladas de operação até o ponto onde se quer determinar o valor de TAR.

## B.2 Combustível

Milan (1992), num trabalho para a cana-de-açúcar, desenvolveu um modelo para a determinação do consumo de combustível para tratores agrícolas, de 22 a 106 KW, utilizando-se dados de ensaios realizados no CENEA (Centro Nacional de Engenharia Agrícola) durante o período de 1981 a 1986. O modelo empírico obtido tem um coeficiente ( $r^2$ ) de 91,3%. A equação pode ser vista (eq.10)

$$SFCT = 0,288 + \frac{0,0847}{Pr} \quad (10)$$

Onde:

SFCT = consumo específico de combustível L.(kW\*h)<sup>-1</sup>;

Pr = razão de potência (disponível na TDP).

A ASAE (1997) sugere a seguinte equação (eq. 11) para estimar o consumo de combustível para máquinas agrícolas

$$C = 2,64 X + 3,91 - 0,203 \sqrt{738X + 173} \quad (11)$$

Onde:

C = consumo específico em L(KW.h)<sup>-1</sup>;

$X$  = razão de potência disponível na TDP.

### B.3 Mão-de-obra

Teixeira (1995) descreve que os salários diretos, benefício e encargos sociais referentes à mão-de-obra devem se computados no cálculo do custo operacional. Estes salários devem ser incluídos mesmo que as máquinas sejam operadas pelos proprietários e devem ser no mínimo iguais à média prevalecente na região.

Barbosa (1995) afirma que deve-se computar 10,7% de encargos sociais por parte do empregados, referindo-se a INSS e FGTS.

Lopes (1995) em um trabalho desenvolvido, na cultura da cana-de-açúcar utilizou como valor pago pela mão-de-obra, R\$600,00, que era o salário pago pela usina, local onde foi desenvolvido o trabalho.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Para a execução do trabalho, utilizou-se um microcomputador Pentium II – 450 MHz, 64 Mb de memória RAM, HD de 6.0 Gb, equipado com impressora, conexão para Internet, e planilha eletrônica Excel 97. As etapas básicas do desenvolvimento do modelo envolvem a elaboração do algoritmo, a construção do modelo em planilha eletrônica, a verificação e validação da rotina e a sua utilização.

#### **3.1 Desenvolvimento do algoritmo**

Um algoritmo pode ser definido como um processo de cálculo ou de resolução de problemas semelhantes em que se estipulam com generalidades e sem restrições, regras formais para a obtenção do resultado ou da solução do problema. As etapas envolvidas no desenvolvimento referem-se à obtenção de informações referentes aos métodos de colheita e equipamentos, aos fundamentos de cálculo utilizados e a construção do algoritmo.

##### **3.1.1 Sistemas de colheita e equipamentos**

Esta etapa corresponde ao levantamento das informações com relação aos métodos de colheita e dos equipamentos, nacionais e importados, utilizados para a fenação no Brasil. Os dados foram obtidos através de revisão bibliográfica, contatos com os fabricantes e revendedores de equipamentos, catálogos e informações coletadas via Internet.

### 3.1.2 Fundamentos para o desenvolvimento do algoritmo

A metodologia de cálculo empregada, que envolve a determinação do desempenho operacional e econômico dos sistemas de colheita de feno, foi fundamentada nas propostas apresentadas pela ASAE (ASAE-EP496.2, 1999), e MIALHE (1974). A utilização do modelo deve permitir estimar o custo operacional e o número de equipamentos necessários para uma determinada situação, levando-se em conta as variáveis que influem no dimensionamento, como por exemplo o clima e características das máquinas e implementos.

O custo operacional de um conjunto trator implemento, ou de uma máquina autopropelida, doravante denominado com o termo geral de equipamento, foi calculado através da equação (eq.12).

$$C_{Op} = C_{hc}/C_{cO} \quad (12)$$

Em que:

$C_{op}$  = custo operacional em reais por hectare (R\$.ha<sup>-1</sup>);

$C_{hc}$  = custo horário do conjunto ou máquina (R\$.h<sup>-1</sup>);

$C_{cO}$  = capacidade de campo operacional do conjunto ou máquina em hectares por hora (ha/h).

O número de equipamentos necessários para realizar uma operação em um intervalo de tempo, foi calculado como (eq.13):

$$N_c = RO/C_{cO} \quad (13)$$

Em que:

$N_c$  = número de conjuntos;

$RO$  = ritmo operacional (ha/h).

### 3.1.2.1 Cálculo do custo horário

Para o cálculo do custo horário foi utilizada a metodologia proposta pela ASAE (1999), de acordo com a equação (eq.14) sendo dividido em fixo e variável.

$$Ch = Chf + Chv \quad (14)$$

Em que:

Ch = custo horário do equipamento (trator, implemento, máquina autopropelida) (R\$.h<sup>-1</sup>);

Chf = custo horário fixo do equipamento (R\$.h<sup>-1</sup>);

Chv = custo horário variável do equipamento (R\$.h<sup>-1</sup>);

#### A) Fixo

O custo fixo foi calculado pela soma dos itens depreciação, juros, alojamento/seguro.

##### A.1 Depreciação

A depreciação foi calculado pelo método da linha reta, eq. 15.

$$D = (Vi - Vf) / V \quad (15)$$

Onde:

D = depreciação;

Vi = preço de aquisição do equipamento;

Vf = valor de revenda;

V = vida útil (h).

## A.2 Juros

Os juros foram calculados pela equação 16

$$J = ((V_i + V_f) / 2) i \quad (16)$$

Onde:

J = juros

$V_i$  = preço de aquisição do equipamento;

$V_f$  = valor de revenda;

$i$  = taxa de juros anual.

## A.3 Alojamento e seguro

Para alojamento foi usado o valor de 0,75% e para seguro, 0,25%, portanto 1,0% do valor de aquisição do equipamento ao ano.

## B) Variável

Este foi calculado pela soma dos itens reparos e manutenção, e combustível. O cálculo do custo horário variável foi realizado de acordo com a equação (eq.17)

$$Chv = C_{rm} + C_{cb} \quad (17)$$

Onde:

$C_{rm}$  = custo do reparo e manutenção ( $R\$.h^{-1}$ );

$C_{cb}$  = custo do combustível por hora ( $R\$.h^{-1}$ ).

### B 1 - Reparos e manutenção

O valor do item reparos e manutenção foi calculado por (eq.18):

$$C_{rm} = (F_{rm} \cdot V_i) / (V_{uh}) \quad (18)$$

Em que:

$F_{rm}$  = fator de reparos e manutenção (ASAE) (%);

$V_{uh}$  = vida útil em horas do equipamento.

### B 2 -Combustível

O custo horário referente ao combustível foi calculado como (eq.19):

$$C_{cb} = F_{ce} \cdot P_m \cdot P_i \quad (19)$$

Em que:

$F_{ce}$  = fator de consumo específico para motores diesel (0,12 L/cv.h);

$P_m$  = potência do motor do equipamento (cv);

$P_i$  = preço do combustível (R\$. L<sup>-1</sup>)

### B 3) Mão-de-obra

Foi utilizado o valor pago pela propriedade a cada operador, que equivale a R\$450,00 a cada mês.

Os coeficientes adotados para o cálculo do custo horário dos equipamentos foram obtidos da ASAE (1999). A tabela de valores consta do Apêndice 1. Os valores envolvidos foram:

- Vida útil em horas
- Fator de reparos e manutenção
- Alojamento, seguro e taxas

Os valores obtidos através do levantamento realizado junto a empresas, fabricantes e revendedores são apresentados no Anexo D, compreendendo:

- Valor inicial
- Potência disponível no motor
- Taxa de juros
- Valor final
- Preço do combustível

Distingue-se no cálculo do custo horário uma metodologia para um conjunto trator e implemento e o autopropelido. No caso do conjunto trator implemento, o custo horário é calculado para o trator e para o implemento individualmente e os valores são somados com a diferença de que no caso do implemento não é computado o custo de combustível. Para o autopropelido segue a metodologia descrita.

### 3.1.3 Capacidade de campo operacional

#### 3.1.3.1 Capacidade de campo efetiva

A capacidade de campo efetiva foi determinada de acordo com a equação (eq.19):

$$CcE = (L \cdot V)/10 \quad (19)$$

Em que:

CcE = Capacidade de campo efetiva (ha/h);

L = largura de trabalho (m);

V = velocidade de trabalho (km/h).

A largura e velocidade de trabalho foram fornecidas a partir das recomendações do fabricante ou de acordo com as condições do usuário.



### 3.1.3.2 Capacidade de campo operacional

A capacidade de campo operacional dos equipamentos foi calculada como (eq.20):

$$CcO = (CcE \cdot Efc) / 100 \quad (20)$$

Em que:

$CcO$  = Capacidade de campo operacional (ha/h);

$Efc$  = Eficiência de Campo (%).

A eficiência de campo foi obtida de acordo com a tabela da ASAE, Anexo C, ou de acordo com as condições do usuário.

### 3.1.4 Custo Operacional

O custo operacional foi obtido pela razão entre o custo horário e a capacidade de campo operacional ( $CcO$ ), assim tem-se o custo por área (eq.21).

$$CO = Ch / CcO \quad (21)$$

Onde:

$CO$  = Custo operacional (R\$/ha).

### 3.1.5 Cálculo do número de conjuntos

A determinação do número de conjuntos foi realizada em duas etapas. A primeira refere-se à análise operacional, onde se definiu as operações a serem realizadas e a época em que ocorrem, sendo dependente da tecnologia de

produção empregada na propriedade. Na segunda etapa, definiu-se o número de equipamentos através da relação, eq. 22.

$$N_c = RO / CcO \quad (22)$$

Onde:

$N_c$  = número de conjuntos mecanizados

### 3.1.5.1 Determinação do ritmo operacional

O ritmo operacional, que expressa a quantidade de trabalho a ser desenvolvido em uma unidade de tempo para que o sistema mecanizado cumpra o trabalho no tempo determinado, foi calculado pela eq.23.

$$RO = Ar / T_d \quad (23)$$

Onde :

$Ar$  = Área para realizar a operação (ha);

$T_d$  = tempo disponível para a operação (h).

- Cálculo do tempo disponível

Após definidas as épocas e as operações a serem realizadas, é necessário avaliar o tempo disponível ( $T_d$ ) para cada operação, tendo sido calculado de acordo com a eq.24:

$$T_d = [N - (ndf + nu)] \cdot (H_j - H_{ic}) \quad (24)$$

Onde:

Td = tempo disponível para o trabalho (h);

N = nº total de dias do período para cada sub-operação ser realizada;

ndf = nº de domingos e feriados no período de realização de cada operação;

nu = nº de dias úteis úmidos;

Hj = jornada de trabalho (h);

Hic = horas de inaptidão climática.

Para o presente trabalho considerou-se como dia úmido, aquele que o teor de água no solo impede ou dificulta o trabalho da maquinaria agrícola de acordo com o critério adotado por Mialhe (1974). Além disso, na cultura do feno, existe a interferência da umidade relativa e a temperatura que podem impedir o aproveitamento total da jornada de trabalho. Considerou-se como horas de inaptidão climática (Hic) aquelas em que as operações não podem ser realizadas devido à umidade excessiva da cultura, que impedem o seu processamento pelas máquinas. Devido a falta de estudos mais detalhados sobre esse aspecto e da necessidade de valores específicos para cada região, a opção foi a de que o usuário introduza no modelo os valores das horas de inaptidão de acordo com a situação.

## 3.2 Desenvolvimento do programa

### 3.2.1 Verificação da rotina

A verificação da rotina é feita para a detecção de erros na construção da planilha, através da comparação de valores obtidos manualmente com os calculados, em cada etapa da rotina.

### 3.2.2 Validação

A validação foi realizada através da comparação dos resultados obtidos pelo modelo com dados da bibliografia, envolvendo o custo horário de tratores e implementos.

#### 3.2.2.1 Custo horário

##### 3.2.2.1.1 Custo horário em função das horas de utilização

Foram calculados pelo modelo, os custos horários dos tratores e dos implementos pertencentes aos conjuntos mecanizados usados na propriedade agrícola.

O valor inicial dos tratores foram valores atuais<sup>1</sup> fornecidos por revendedores. Já as máquinas importadas, os valores foram fornecidos pela propriedade agrícola, que foram transformados em dólar. Para a vida útil dessas máquinas, foram utilizadas dados de acordo com a ASAE. A taxa de juros usada foi de 8,75%. O valor do combustível foi de R\$ 0,85 por litro<sup>2</sup>.

Também foram analisados o custo horário de dois modelos de tratores utilizados pela propriedade agrícola por tempo de utilização anual, 400, 600, 800, 1000 e 1500 horas por ano e comparados com os da literatura (Agriannual 2001). Os tratores utilizados foram o TL 100 4X2 TDA (72,5 kW) e o TL 70 4X2 (51 kW).

---

<sup>1</sup> Dados coletados em janeiro de 2002.

<sup>2</sup> Taxa de conversão do dólar de R\$2,35

### 3.3 Aplicação do programa

#### 3.3.1 Cenário básico

Tendo em vista a aplicação do modelo a uma situação real foi utilizada como referência, cenário, uma propriedade produtora de feno na região de Guaíra (SP) para avaliar o sistema de colheita. A área total da propriedade é de 664,048 ha, sendo 500 ha destinados à produção de feno. Os dados gerais da propriedade encontram-se no Anexo E, e os conjuntos mecanizados pertencentes a esta, no Anexo A. Maiores detalhes com relação à propriedade e ao sistema de produção podem ser observados em Bonato<sup>3</sup>.

#### 3.3.2 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é realizada com o objetivo de identificar as variáveis mais críticas de um sistema. Para a análise foram escolhidas, no cenário básico, um elenco de variáveis que tiveram os seus valores acrescidos de uma taxa fixa (10%), individualmente, e analisado os efeitos no custo de produção. São elas:

- Valor inicial das máquinas
- Valor final das máquinas
- Vida útil das máquinas
- Taxa de juros
- Valor de combustível
- Valor de mão-de-obra

---

<sup>3</sup>BONATO, R.G. **Modelo empírico para avaliação de um sistema mecanizado de colheita de feno**. Piracicaba: ESALQ, Depto. de Engenharia Rural, 2001. 104p. (Trabalho de Iniciação Científica apresentado à FAPESP)

- Velocidade de trabalho
- Largura de trabalho
- Eficiência de trabalho

### 3.3.3 Cenários alternativos

A utilização do modelo como ferramenta de simulação é uma das técnicas mais eficientes para o auxílio na tomada de decisão. Dentro da proposta desse trabalho, foram discutidas algumas alternativas ao cenário básico. As situações analisadas referem-se à área, ao tipo de equipamentos e às alterações no desempenho operacional

#### 3.3.3.1 Área da propriedade

Neste item avaliou-se a influência do tamanho da propriedade no custo total do sistema mecanizado. Calculou-se o custo por hectare em função do tamanho da propriedade, para dois valores de eficiência de trabalho, de 50 e 80%. Os tamanhos da propriedade testados foram 50, 100, 200, 300, 400, 500 e 1000 ha.

#### 3.3.3.2 Eficiência

Foi analisada a influência da eficiência de trabalho do equipamento que apresentou maior custo do sistema em estudo, a enfardadora Claas Quadrant 2200.

### 3.3.3.3 Alterações nos equipamentos que compõem o sistema mecanizado

Neste item foram estudadas possibilidades de trocas dos equipamentos com maiores custos de cada operação. Cada máquina foi substituída por uma outra individualmente e comparados os custos por hectare em cada operação. As máquinas usadas na substituição são as apresentadas no Anexo B, e as próprias máquinas do sistema mecanizado da propriedade agrícola no Anexo A. Os tratores também foram substituídos, pois estes foram adequados de acordo com a exigência de potência de cada implemento<sup>4</sup>.

### 3.3.3.4 Alterações nas variáveis de desempenho

As variáveis de desempenho estudadas foram a velocidade de trabalho (Km/h) e eficiência (%).

A velocidade foi alterada dentro do limite que o fabricante recomenda, e a eficiência de trabalho, de todas as máquinas usadas na propriedade, individualmente para vários tamanhos de áreas, 50, 100, 200, 300, 400, 500 e 1000 ha. Os custos totais de cada operação foram comparados. Os dados operacionais dos equipamentos podem ser vistos no Anexo O.

---

<sup>4</sup> Dados operacionais das máquinas estudadas, usadas nas substituições, foram as fornecidas pelos fabricantes, e os das máquinas existentes na propriedade foram coletadas a campo. A eficiência foi usada a mesma das máquinas da propriedade em estudo. Itens qualitativos das máquinas em estudo não foram julgados, apenas dados operacionais.

### 3.3.4 Alternativas Propostas

Algumas alterações no sistema foram sugeridas com a finalidade de reduzir os custos da fenação do sistema em estudo. A elaboração das situações foi baseada nos cenários estudados anteriormente. Foram desenvolvidas sete propostas, sendo que a proposta 1 é a situação real da propriedade em estudo.

Proposta 1: Propriedade em estudo na situação real de trabalho.

Proposta 2: Substituir o ancinho enleirador Claas pelo Nogueira Haybob 300.

Proposta 3: Substituir a enfardadora Claas Quadrant 2200 pela New Holland 570.

Proposta 4: Proposta 2 + Proposta 3.

Proposta 5: Aumentar a velocidade de trabalho de todas as máquinas em 1 Km/h.

Proposta 6: Aumentar em 10% a eficiência de todas as máquinas.

Proposta 7: Proposta 5 + proposta 6.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Sistema de colheita

O fluxograma das etapas que envolvem o processo básico de colheita de forragem para a produção de feno pode ser observado na Figura 1. A primeira etapa consiste no corte da planta, seguido pelo espalhamento da massa, o enleiramento e por último, o enfardamento. O corte deve ser feito numa época em que a planta forrageira apresentar crescimento vigoroso e valor nutritivo desejável. O revolvimento é realizado para acelerar o processo de desidratação do material. O enleiramento permite que a forragem seja concentrada em faixas longitudinais em relação ao percurso do trator, preparando o material para a próxima etapa, o enfardamento. Esta é realizada com o auxílio de enfardadoras, que recolhem e prensam a forragem enleirada formando os fardos de feno.



Figura 1- Etapas do processo de fenação

Do levantamento realizado sobre os métodos de colheita e equipamentos utilizados no país foram observados alguns sistemas básicos, Figura 2. A sega pode ser feita por uma segadora automotriz (1) ou por uma de arrasto (2). Há ainda as segadoras acondicionadoras (3), isto é, acompanhadas de um

mecanismo acondicionador, que acelera a secagem no campo, tratando a forragem no momento do corte. Já na operação do revolvimento há os ancinhos revolvedores (4), e os ancinhos enleiradores (5) na operação de enleiramento. Há ancinhos que executam as duas funções, os ancinhos revolvedores enleiradores (6). No enfardamento tem-se as enfardadoras, que podem ser de fardos retangulares (7) ou de fardos cilíndricos (8). Cabe lembrar que na elaboração do feno emurhecido, também chamado de pré-secado, não há a etapa do revolvimento, pois após cortada a forragem, esta é enleirada para ser enfardada.

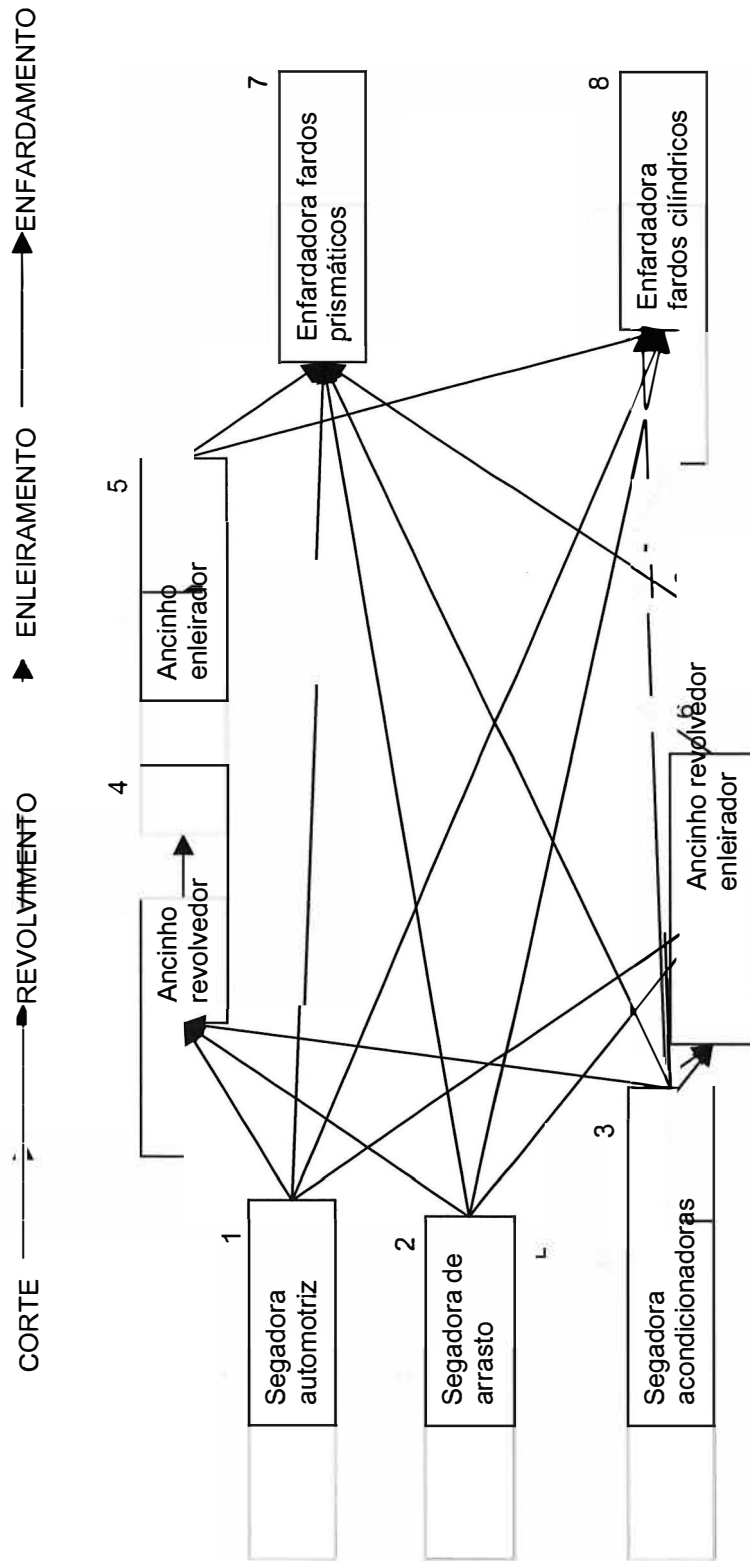


Figura 2 - Tipos de equipamentos possíveis no processo de fenação.

## 4.2 Algoritmo

Com base nos sistemas e na metodologia de cálculo para o desempenho econômico e operacional, desenvolveu-se o algoritmo cujo fluxograma é apresentado na Figura 3. O modelo inicia através do preenchimento dos dados pelo usuário referentes às características da propriedade (1)<sup>5</sup>, análise operacional (2), dados climáticos (3), características, valores e coeficientes dos equipamentos (4) e (5) e dados sobre a mão de obra (6). Com a definição da época e operações a serem realizadas através da análise operacional (2), combinadas com os dados de clima para a propriedade (3), calcula-se o tempo disponível (7) que, associado à área dos talhões (1), determina o ritmo operacional (8) de cada operação. Com as características dos equipamentos (4), basicamente largura e velocidade, determina-se a capacidade de campo efetiva (9) que, associada à eficiência (10) fornece a capacidade de campo operacional (11). Os dados referentes às características (4), associados aos valores e coeficientes dos equipamentos (5) e da mão de obra (6) calcula-se o custo fixo (13) e o custo variável (14), no qual somados têm-se o custo horário (15). A razão entre o custo horário (15) e a capacidade de campo operacional – CcO - ( 11) fornece o custo operacional (16). A CcO (11) associada ao ritmo operacional (8) fornece o número de conjuntos (12). O custo total (17) é obtido através do número de conjuntos (12) e do custo operacional (16).

---

<sup>5</sup> Os números entre parênteses referem-se ao conteúdo da Figura 3.

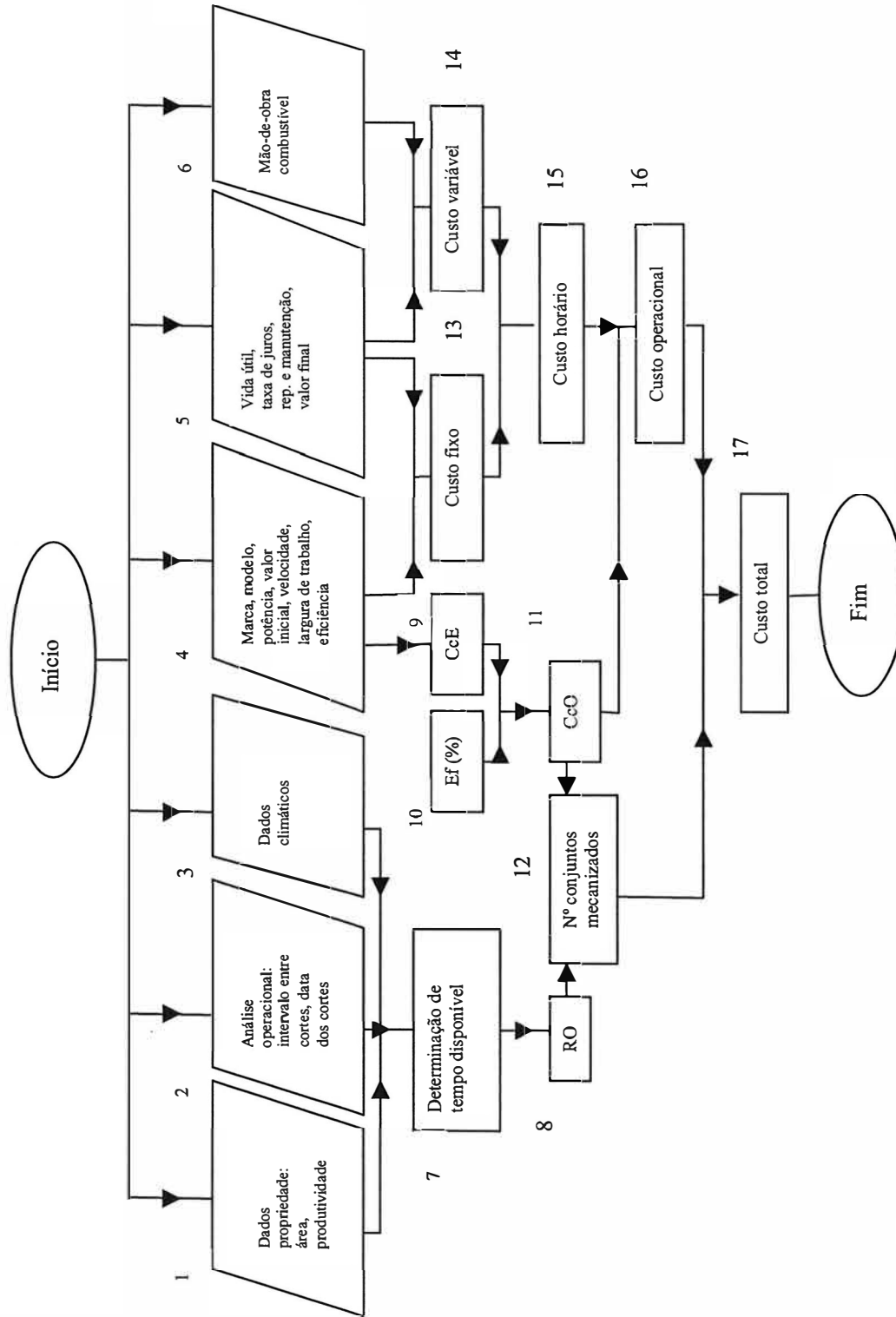


Figura 3 - Fluxograma do modelo.

## 4.3 Programa

### 4.3.1 Verificação e validação

Com base no fluxograma foi desenvolvido o modelo em planilha. Durante as etapas de desenvolvimento do modelo, realizou-se a verificação, o que permite afirmar que a planilha está operando adequadamente.

A validação foi efetuada com base na comparação dos valores obtidos pelo modelo e os existentes na bibliografia. Comparou-se o custo horário de dois tratores em função das horas de uso por ano. Os modelos de tratores utilizados na comparação foram escolhidos em função dos equipamentos existentes na propriedade caracterizada como cenário básico, New Holland <sup>5</sup> TL 100 e New Holland TL 80. O modelo TL 100 apresenta 72,5 kW (101 cv) de potência no motor e o TL 80 58,3 kW, (80 cv). Os valores obtidos foram comparados com aqueles fornecidos pelo Agriannual e são apresentados nas Figuras 4 e 5.

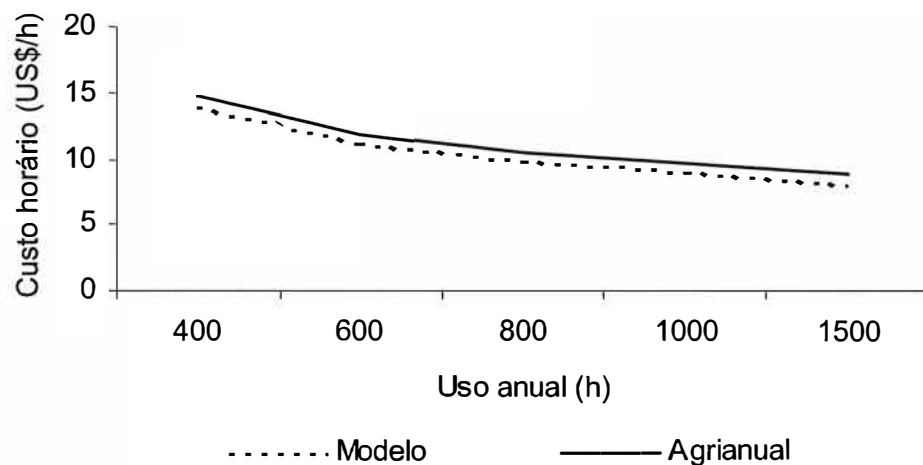


Figura 4 - Comparação do custo horário em função da utilização anual do trator New Holland TL 100. Fontes: modelo e Agriannual 2001.

<sup>6</sup> Citações de marcas não implicam em recomendações de uso.

Os resultados do modelo forneceram valores sempre acima do existente naquela bibliografia. Nota-se que o custo horário das máquinas é influenciado pela sua utilização anual. Para o trator TL 100 a diferença atingiu 10%, com 1500 h de uso, em relação ao da bibliografia, enquanto que para o trator TL80 atingiu 13%, 1000 h de uso. Milan (1996), Tachibana (1999) e Veiga (2000) utilizaram-se da mesma metodologia em seus trabalhos, encontrando tendência semelhante ao apresentado. Com base nesses resultados e no fato de que o algoritmo, para o cálculo do custo horário dos equipamentos, está fundamentado na metodologia da ASAE (1999), pode-se afirmar que os resultados que o modelo apresenta estão dentro do esperado, podendo este ser utilizado para as simulações.

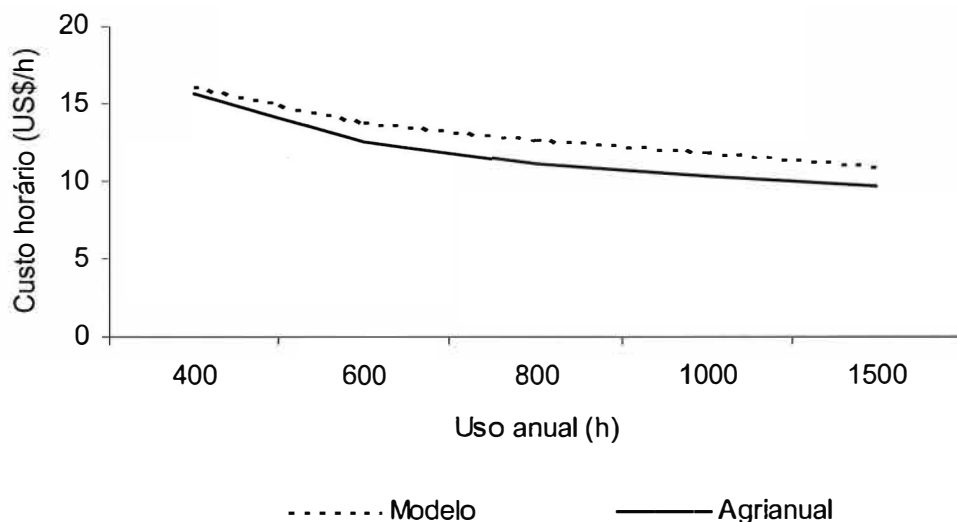


Figura 5 - Comparação do custo horário em função da utilização anual do trator New Holland TL 80. Fontes: modelo e Agriannual 2001.

### 4.3.2 Planilha

O modelo foi desenvolvido na forma de uma planilha eletrônica (Anexo O) e a página inicial pode ser observada na Figura 6. Nessa página estão contidas as informações para o uso, bem como a forma de preenchimento dos dados. A segunda tela foi denominada "Introdução", que contém informações de uso da planilha. A terceira página refere-se a dados relacionados à área em estudo, identificação de talhões e suas áreas e produtividades, "Área". Após esta etapa, tem-se acesso à página "Cortes", que contém informações sobre as datas de cortes dos talhões. A página seguinte refere-se a dados climáticos, chamada de "Dias secos", que fornecerá dados para a etapa seguinte "Dados", a qual calcula o tempo disponível para o trabalho e que traz dados gerais dos conjuntos mecanizados em estudo, auxiliando nos cálculos de dados operacionais da página seguinte "Operações". A próxima página foi chamada de "Parâmetros", pois traz alguns dados baseados na ASAE, que serão utilizados para o cálculo dos custos dos conjuntos mecanizados, chamado de "Cálculo custos", resumidos, para melhor visualização, na tela seguinte "Custos". No Anexo P a planilha é apresentada na íntegra.



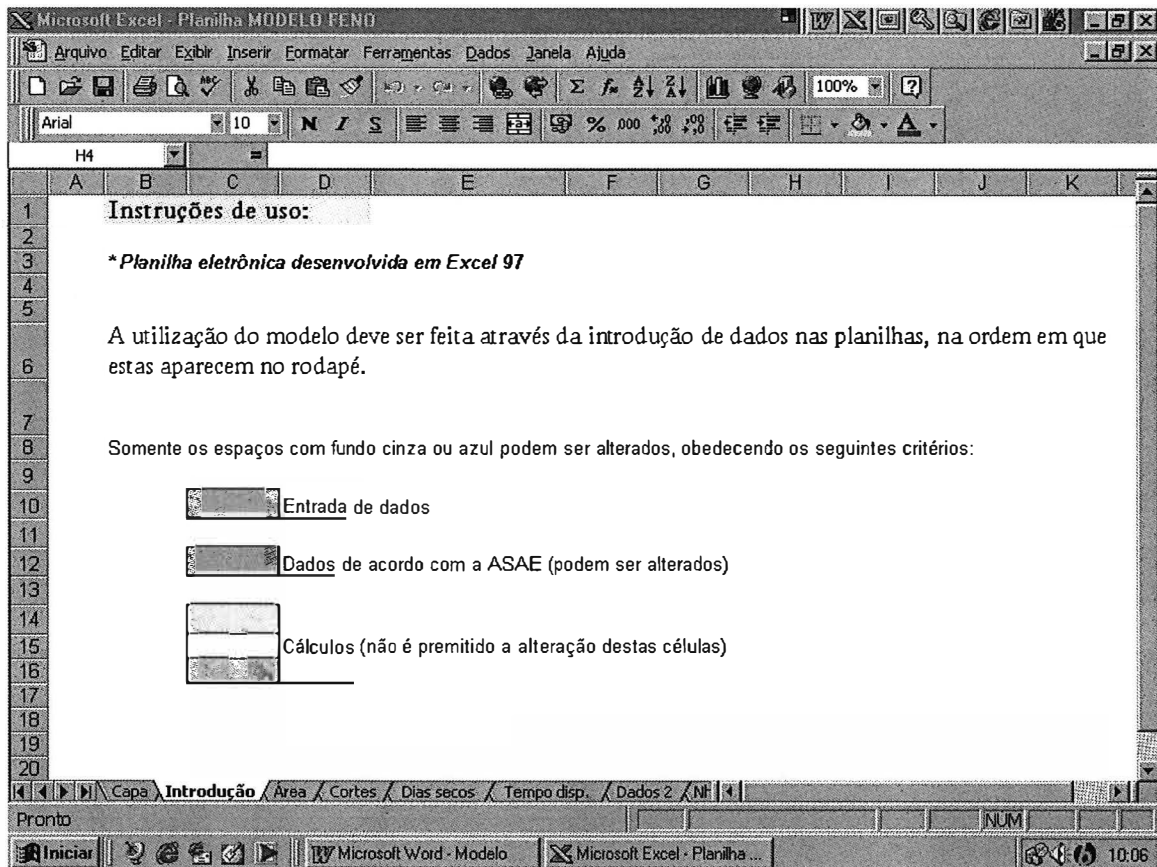


Figura 6 - Página inicial da planilha eletrônica, desenvolvida em Excel 97.

#### 4.4 Cenário Básico

As características da propriedade agrícola utilizada como base para as análises, cenário básico, que podem ser visualizadas nos Anexos de F a N. O sistema mecanizado utilizado na produção de feno pode ser visualizado na Figura 7.

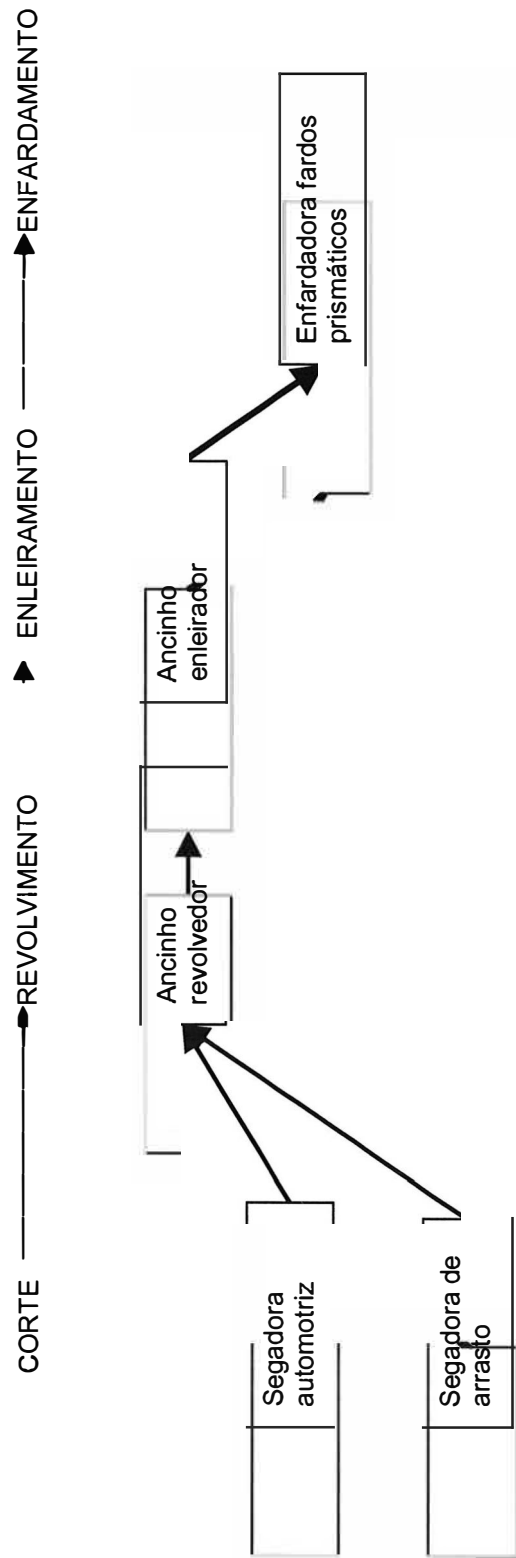


Figura 7 - Sistema mecanizado, utilizado na colheita do feno, cenário básico.

A participação dos custos para cada operação, em R\$/ha e em porcentagem, foi apresentada na Figura 8. O enfardamento foi a operação de maior custo, pois obteve R\$132,05 por hectare, representando 61% do valor total, seguida do corte, que foi de R\$ 65,72 por hectare, equivalendo a 30% do valor total. Isto se deve ao alto valor inicial das máquinas enfardadoras e segadoras, além de necessitarem de um trator de maior potência para tracioná-las, comparadas aos ancinhos. O custo total dos sistemas mecanizados para a área de 221,05 ha da propriedade foi estimado em R\$ 217,25 por hectare.

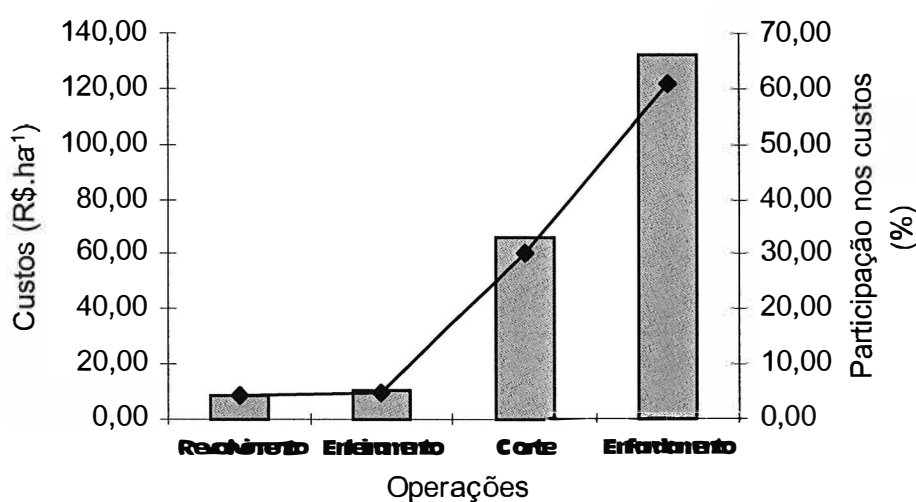


Figura 8 – Participação de cada operação no custo total da fenação, em R\$.ha<sup>-1</sup> e em porcentagem.

A Figura 9 traz os custos da operação do enfardamento, que foi a mais representativa nos custos totais na fenação. Nota-se que o item que mais influenciou foi "reparos e manutenção" (Reparos/Man), com 43%. Isto se deve ao fato de que a vida útil das enfardadoras, comparadas a outros tipos de máquinas, é baixa, fazendo com que o custo horário se torne alto. O segundo item de maior peso, foram os "juros", com 32%, devido ao valor inicial das enfardadoras ser alto.

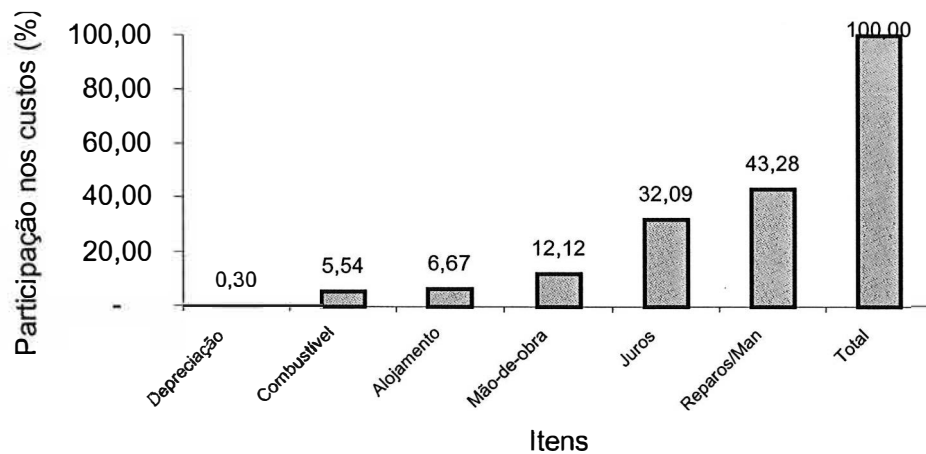


Figura 9 - Participação de cada item no custo total da operação do enfardamento.

#### 4.5 Análise de sensibilidade

A Figura 10 apresenta a análise de sensibilidade realizada com relação ao custo total dos conjuntos mecanizados da propriedade. Com os valores adotados pelo modelo, o item que mais onera o sistema é o valor inicial, que variou em 7,10%, seguido pela eficiência de trabalho, variando 4,28%. Isso significa que uma boa negociação e a obtenção de descontos na hora da aquisição das máquinas pode influenciar significativamente os custos dos equipamentos ao longo de sua vida útil. Quanto à eficiência, esta influencia na capacidade de campo operacional, assim os conjuntos conseguem fazer mais área numa mesma quantidade de tempo, pois o custo horário se mantém e assim diminui-se o custo operacional. Esta pode ser alterada com medidas gerenciais e boas condições de trabalho como, melhor formatação de talhões, boas condições de terreno, conservação de estradas, uso de tratores com tecnologia mais avançada. Os itens de menor dispêndio são valor do combustível, 1,0% e o valor final com 0,25%. Isto se deve ao baixo consumo de

combustível pelos tratores do sistema, já que estes não possuem grande potência, uma vez que o consumo e a potência são proporcionais. Já a pequena influência do valor final se deve ao fato que sua alteração em 10% é pouco representativa, já que é um valor baixo comparado aos outros itens.

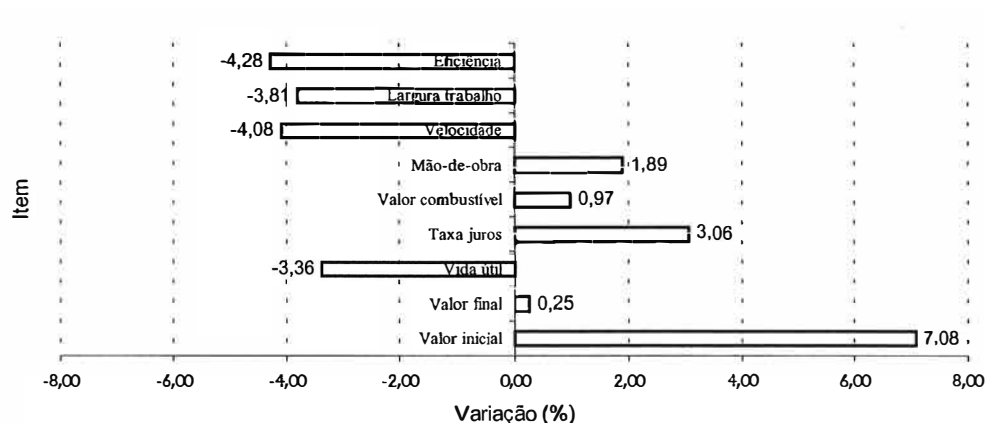


Figura 10 – Variáveis que mais influenciaram no custo total da fenação, em porcentagem.

Para a operação do enfardamento, a de maior custo para o sistema, as variáveis que mais afetam são o valor inicial das máquinas, com 8,2%, seguido da eficiência de trabalho, com 4,3%. O item que menos interferiu foi o valor final da máquina, com 0,3%, e o valor do combustível, com 0,5%. Estes resultados coincidem com os resultados do sistema como um todo, Figura 11.

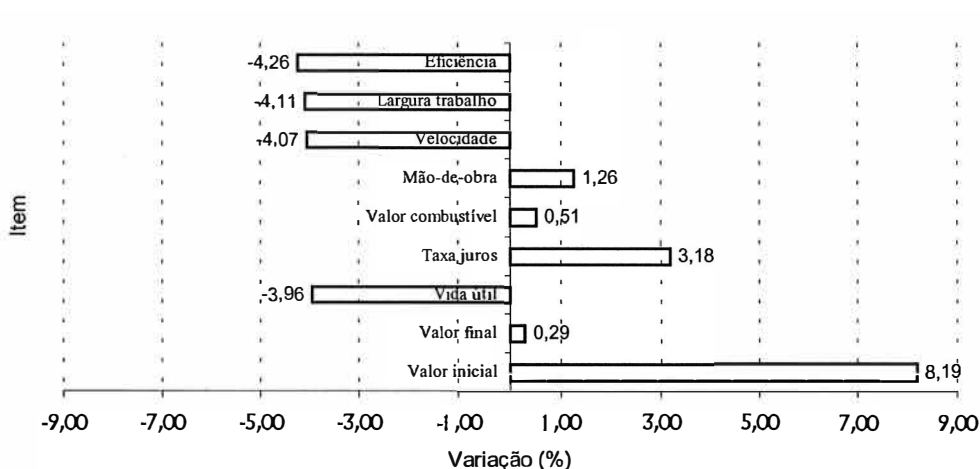


Figura 11 - Variáveis que mais influenciaram no custo total do enfardamento, em porcentagem.

## 4.6 Cenários

### 4.6.1 Área

Neste item avaliou-se a influência do tamanho da propriedade no custo total do sistema mecanizado. Calculou-se o custo por hectare em função do tamanho da propriedade, para dois valores de eficiência de trabalho, de 50 e 80%. Os resultados são apresentados na Figura 12.

Para a curva que representa 50% de eficiência, até 100 ha, conforme aumentou a área o custo diminuiu. A partir de 200 ha, conforme a área aumentou, o custo também aumentou. Isso ocorre devido à baixa eficiência, pois com o aumento da área há a exigência de um maior número de conjuntos mecanizados, aumentando os custos. A curva que representa 80% de eficiência variou ao longo do intervalo estudado. Isso se deve ao fato de que a exigência de conjuntos mecanizados é diferente em tamanhos de áreas diferentes. De 50

e 200 ha o custo diminuiu conforme a área aumentou, pois o custo das máquinas foi diluído. Em 300 ha a exigência de conjuntos mecanizados aumentou fazendo com que o custo aumentasse. Isso se repetiu ao longo do intervalo estudado.

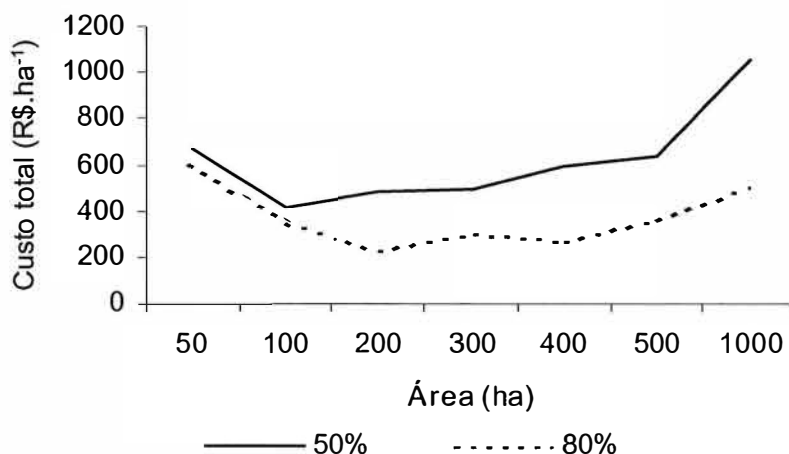


Figura 12 - Custo total do conjunto mecanizado usado na propriedade agrícola, em função da área para 50 e 80% de eficiência.

#### 4.6.2 Eficiência

Neste item foi avaliada a eficiência de trabalho da máquina que apresentou custos maiores do sistema em estudo, a enfardadora Class Quadrant 2200. Esta apresentou uma eficiência de 76%, portanto, 24% do tempo disponível é perdido devido a problemas gerenciais, como deslocamento até a área, abastecimento, manobras. Eficiências de 50 a 100% foram estudadas em relação ao custo total do sistema como um todo.

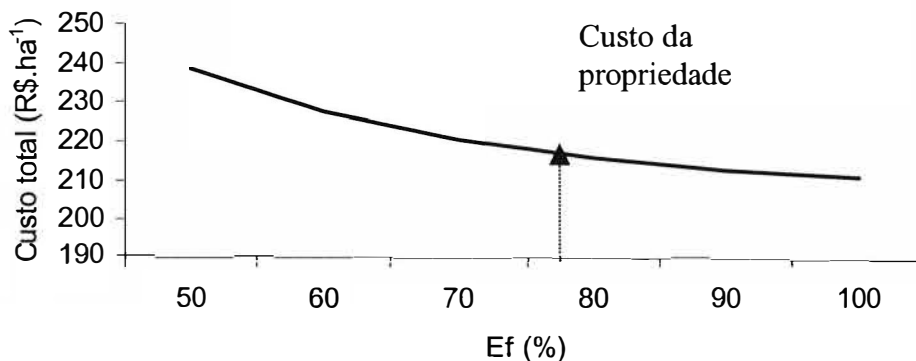


Figura 13 - Custo total do conjunto mecanizado usado na propriedade agrícola, em função da eficiência da enfardadora Class Quadrant 2200.

Observa-se pela Figura 13 que quanto maior for a eficiência de trabalho, menor será o custo. Se a eficiência fosse aumentada de 76% para 90%, o custo seria reduzido para R\$212,39 por hectare, uma redução de 2,2%. No entanto se essa máquina enfardadora operasse com 50% de eficiência, o custo seria elevado em 8,8 pontos percentuais, ou seja, R\$ 238,32 por hectare.

#### 4.6.3 Equipamento

Neste item foram estudadas possibilidades de trocas dos equipamentos com maiores custos de cada operação. Nas Figuras 14 a 23, a curva "A" representa o custo da operação para a situação de trabalho usado na propriedade agrícola (conjuntos mecanizados, dados operacionais), e a curva "B" representa o custo da operação com conjuntos mecanizados ou dados operacionais sugeridos neste estudo.

A Figura 14 traz o estudo da possibilidade de troca na operação do corte, da segadora autopropelida Case 8850 pela Nogueira CM 168. Nota-se que para



50 e 100 ha, o sistema "B" teve seu custo menor que "A" e a partir de 200 ha essa situação se inverteu. Isto ocorre porque a segadora Nogueira CM 168 apresenta valor inicial bem menor que a Case 8850, assim seus custos são menores. Mas como áreas maiores exigem um maior número de conjuntos mecanizados, já que seus dados operacionais são inferiores à outra máquina, os custos destes se tornam maiores. Para a área da propriedade, que é de 221,05 ha, "A" apresentou custo de 53% a menos que "B".

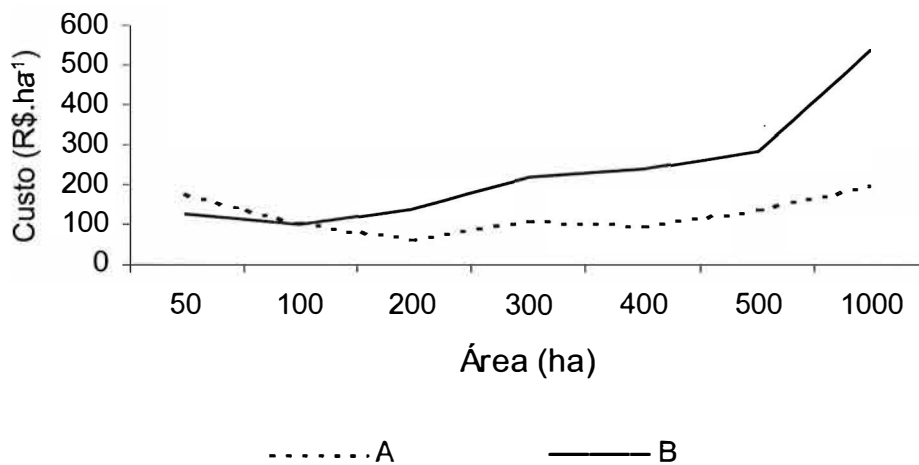


Figura 14 - Custo total da operação do corte, para o sistema "A" e "B".

O estudo da troca de conjunto mecanizado para a operação do enleiramento é apresentado na Figura 15.

"A" apresentou um custo maior que "B" para área de até 100 ha. Isto ocorreu devido a substituição que foi feita, isto é, o ancinho da marca Class, com 2 enleiradores, pelo ancinho da marca Nogueira, modelo Haybob 300 com menor valor inicial e que exige um trator de menor potência para tracioná-lo, portanto, menor valor inicial, também. Para 50 ha, a diferença de custo do sistema "A" para "B" foi de R\$ 4,38 por hectare, equivalendo a 12,7% . A partir de 200 ha essa situação se inverteu, "B" passa a ser mais caro que "A". Em

1000 ha, "B" se apresentou 40,4% mais caro que "A". Isso ocorreu devido aos dados operacionais do conjunto mecanizado de "B" serem inferiores ao de "A", exigindo assim um maior número de conjuntos mecanizados.

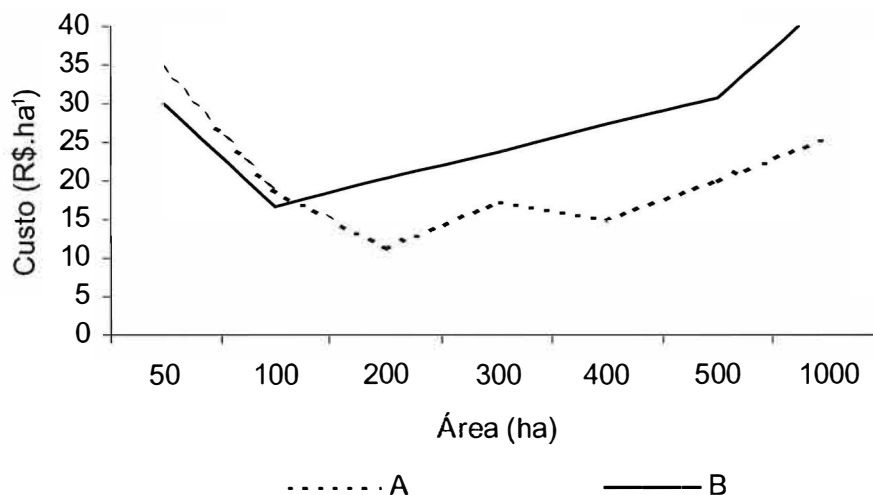


Figura 15 - Custo total da operação do enleiramento, para o sistema "A" e "B".

A Figuras 16 traz o resultado do estudo da substituição de conjunto mecanizado para a operação do enfardamento.

A máquina substituída foi a que apresentou maior custo na operação do enfardamento, portanto a enfardadora da marca Class, modelo Quadrant 2200. A substituição foi feita pela enfardadora da marca New Holland, modelo 570.

Observa-se que o sistema "A" apresentou custo maior que "B" para áreas de até 300 ha. Em 50 ha, a diferença do custo de "A" para "B" foi de R\$ 138,59 por hectare, que equivale a 38%. Para a área da propriedade agrícola, que é 221,05 ha, "A" esteve 8,1% a mais que "B". Para 1000 ha, "A" esteve apenas 0,6% mais caro que "B".

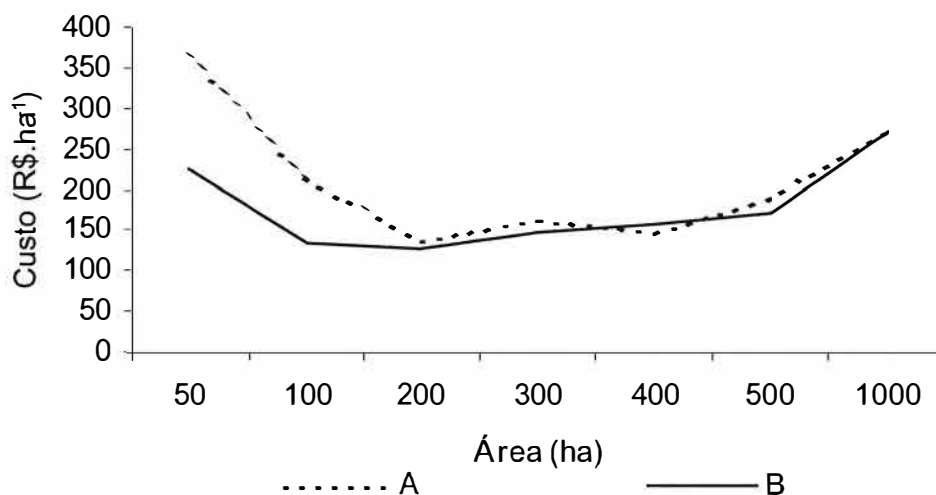


Figura 16 - Custo total da operação do enfardamento, para o sistema "A" e "B".

#### 4.6.3 Variáveis de desempenho: velocidade e eficiência

Foram alteradas a velocidade, dentro do limite que o fabricante recomenda, e a eficiência de trabalho de todas as máquinas usadas na propriedade, individualmente (sistema "A"), originando o sistema "B" para vários tamanhos de áreas. Assim os custos totais de cada operação foram comparados.

Observa-se pela Figura 17, que a velocidade e a eficiência de trabalho da máquina Case 8850 influenciou no custo total na operação do corte. Essa máquina na propriedade agrícola em estudo tem trabalhado a uma velocidade média de 6,5 km/h e a uma eficiência de 78% (sistema "A"), sendo que a velocidade máxima recomendada pelo fabricante é de 12 km/h. Se a velocidade fosse aumentada para 7,5 km/h e a eficiência para 86% (sistema "B"), esse custo seria reduzido de R\$ 65,72 para R\$ 61,04, uma redução de 7,1% no custo total no corte para 221,05 ha. A maior diferença entre os dois sistemas foi

em 500, onde "A" esteve 25,0% mais caro que "B". Em 50 ha essa diferença foi de 1,7% e em 1000 ha, 22,0%.

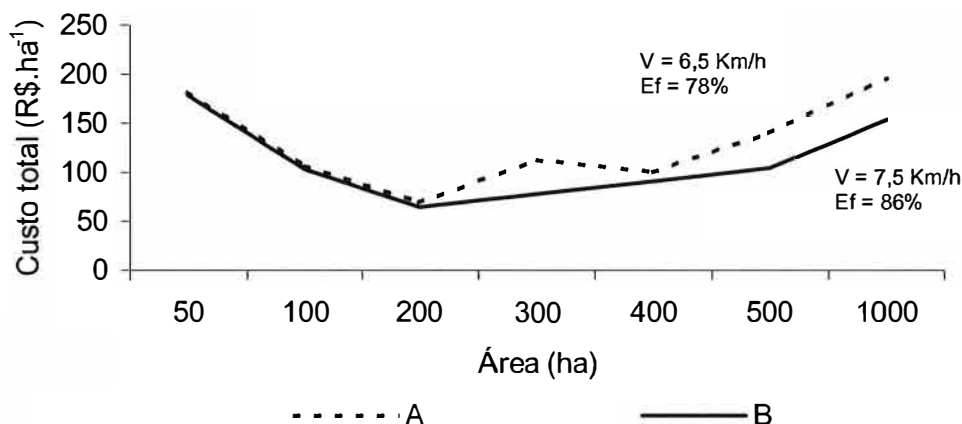


Figura 17 - Variação de custo em função da área, para velocidade e eficiência diferentes, na operação do corte, para a segadora Case 8850.

A Figura 18 mostra a influência apenas da eficiência de trabalho da segadora Case 8312 no custo total da operação do corte. A velocidade de trabalho para esta máquina não foi alterada, pois a velocidade média que esta máquina está operando na propriedade agrícola é de 8,3 km/h e a máxima recomendada pelo fabricante é de 6,8 km/h, podendo assim ocorrer desgastes futuros e assim um maior custo. A eficiência foi aumentada em 10%, portanto 86% (sistema "B"), já que a eficiência de trabalho dessa máquina na propriedade é de 78% (sistema "A"). Observa-se que "A" apresentou custo maior que "B", embora a diferença seja pequena, já que as curvas se sobrepõem. A partir de 500 ha a redução do custo aumentou, assim "B" chegou a 15,0%. Em 221,05 ha a redução de custo foi de 1,5%.

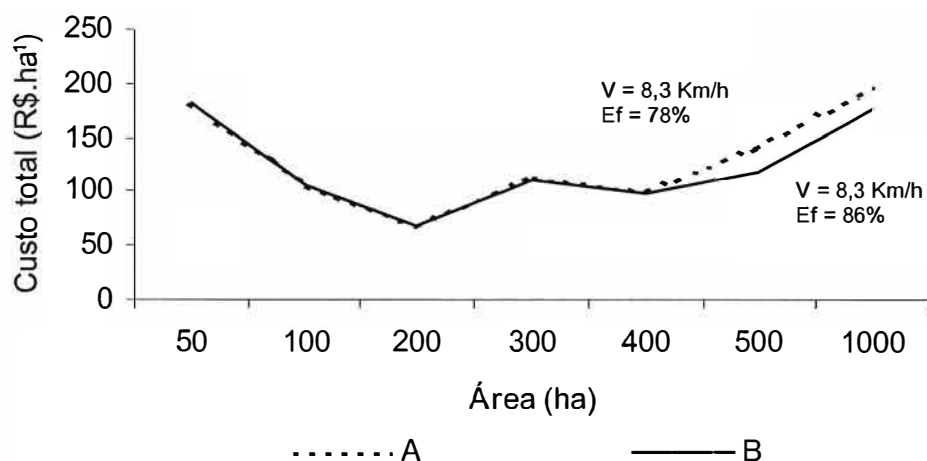


Figura 18 - Variação de custo em função da área, para velocidade e eficiência diferentes, na operação do corte, da segadora Case 8312.

A Figura 19 traz o resultado do estudo da influência da velocidade de trabalho no custo total por hectare da operação do revolvimento do ancinho batedor Ota, em vários tamanhos de área. Nesse caso a eficiência não foi alterada porque esta máquina opera na propriedade com 100%, pois essa operação não exige paradas, como regulagens e manobras. A velocidade média da máquina na propriedade agrícola é de 7,1 Km/h. Essa velocidade, acrescida em 1 Km/h, deu origem ao sistema "B". O que se pode observar, é que em até 200 ha, a redução no custo total do revolvimento muito pequena, variando de 0,4 a 2,3%. Para 300ha essa diferença foi de 51,6% e em 400 esse valor caiu para 4,5%. Para a área da propriedade em estudo, que é 221,05 ha, essa redução foi de 2,5% no custo final total na operação do revolvimento.

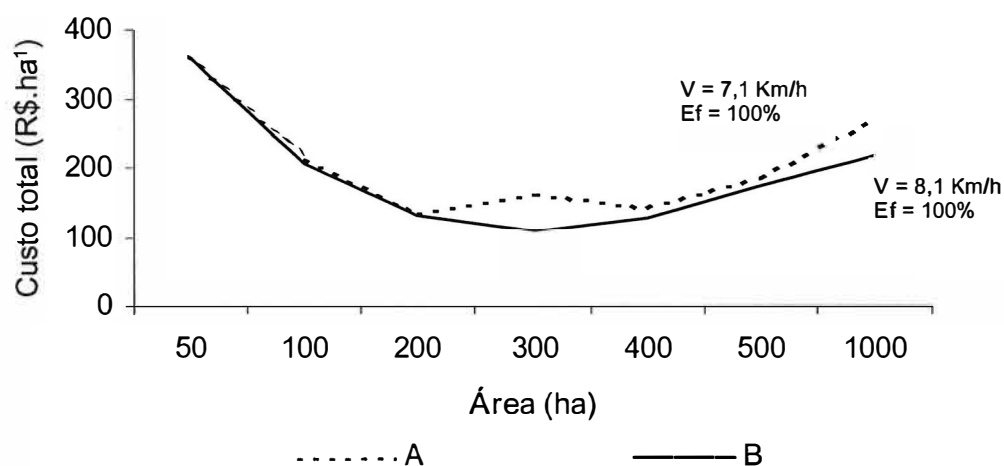


Figura 19 – Variação de custo em função da área, para velocidade e eficiência diferentes, na operação do revolvimento, do ancinho Ota.

A Figura 20 mostra a interferência da velocidade e da eficiência de trabalho sobre o custo da total da operação do enleiramento. A velocidade média da máquina na propriedade agrícola é de 8,5 Km/h, foi alterada para 9,5 Km/h, para vários tamanhos de área e a eficiência foi alterada de 79% para 87%. O custo de "A" esteve acima de "B", embora a variação seja pequena, já que esta operação apresenta baixo custo no sistema. Em até 400 ha essa diferença foi de até 9,0%. Já em 500 ha essa diferença foi de 40,1%. Em 221,05 ha, a redução no custo foi de 6,3% na operação do enleiramento.

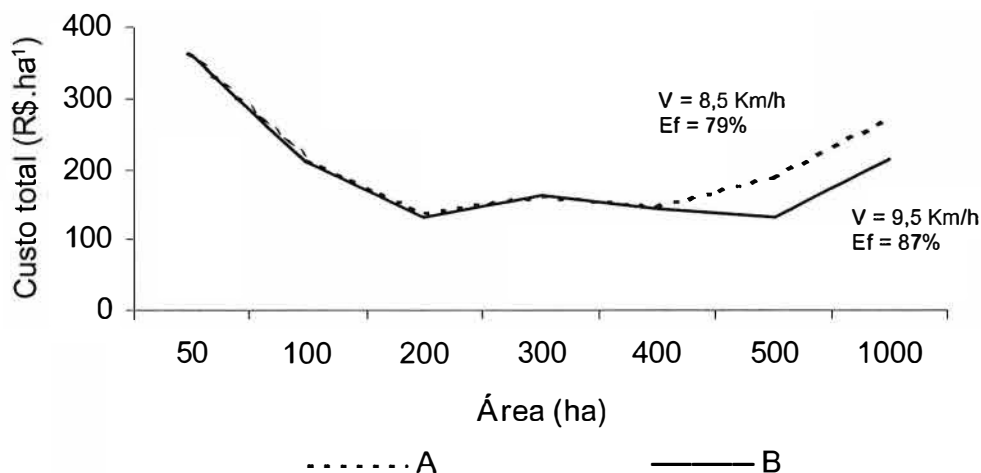


Figura 20 - Variação de custo em função da área, para velocidade e eficiência diferentes, na operação do enleiramento, do ancinho enleirador Class.

Para a operação do enfardamento, estudou-se a influência da variação da velocidade e da eficiência de trabalho da enfardadora Freeman 270 e depois da enfardadora Class Quadrant 2200, nos custos dessa operação, em diferentes tamanhos de áreas.

A enfardadora Freeman 270 opera na propriedade agrícola a uma velocidade média de 5,15 Km/h, e a uma eficiência de 80%, chamado de sistema "A". Foi acrescido 1 Km/h na velocidade e 10% na eficiência para simularmos o sistema "B", assim essa máquina passaria a operar a 6,15 Km/h com 88% de eficiência. Pode-se observar na Figura 21, que o custo de "A" esteve acima de "B". Até 200 ha essa diferença foi baixa, chegando a 5,8%. Em 300 ha essa diferença aumentou para 34,4%, sendo a maior diferença entre as duas curvas no intervalo estudado. Em 221,05 ha, a redução no custo foi de 4,5% na operação do enfardamento.

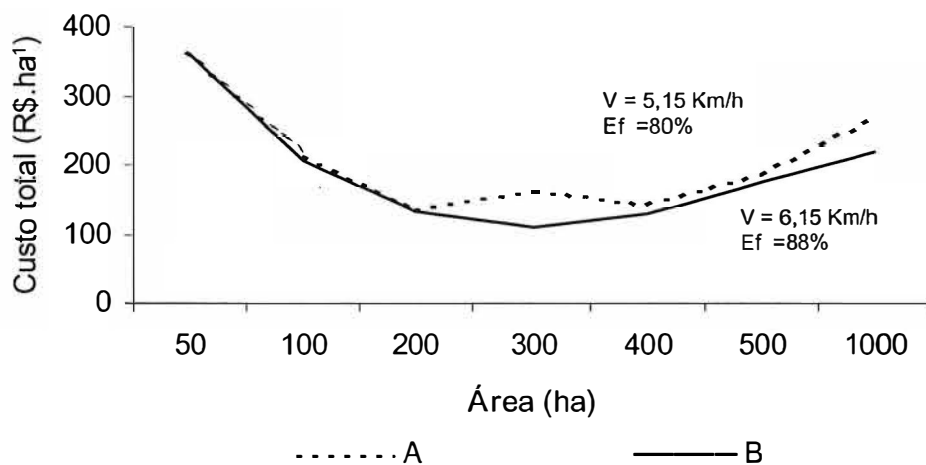


Figura 21 - Variação de custo em função da área, para velocidade e eficiência diferentes, na operação do enfardamento, da enfardadora Freeman 270.

A Figura 22 apresenta a mesma comparação feita anteriormente, só que com a enfardadora Class Quadrant 2200. A velocidade média que a máquina trabalha na propriedade é de 7,4 Km/h e 76% de eficiência, portanto sistema "A". A velocidade foi alterada para 8,4 Km/h e a eficiência para 84%, dando origem ao sistema "B". No intervalo de 50 e 400 ha, a diferença entre "A" e "B" variou de 0,5 a 2,8%, já que as curvas de "A" e "B" estão bem próximas. A partir de 500 ha essa diferença entre as duas curvas aumentou para 30,6%, sendo a maior diferença entre as duas curvas para o intervalo estudado. Para a área da propriedade em estudo, a redução no custo seria de 4,6% na operação do enfardamento.

Cabe lembrar que para se manipular a velocidade de trabalho das máquinas enfardadoras é necessário se fazer uma avaliação das condições de campo do local de trabalho. Um fator importante é a produtividade do talhão, já que este é limitante da velocidade de trabalho.



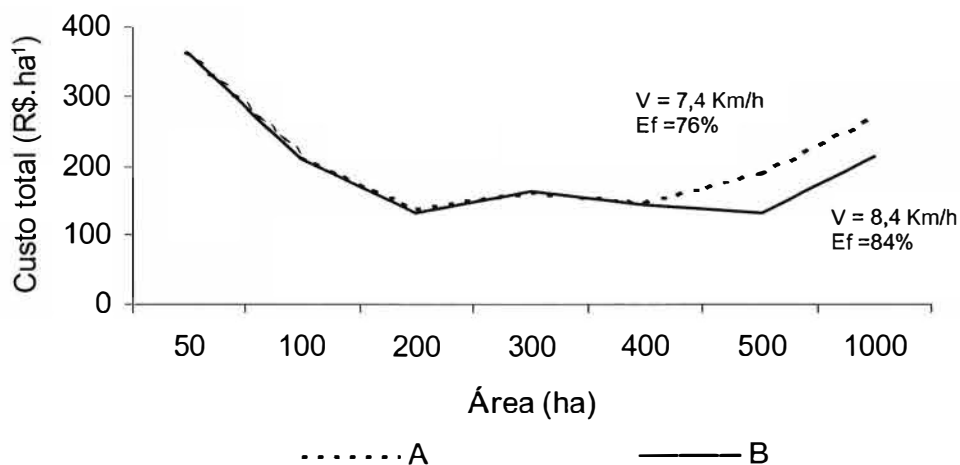


Figura 22 – Variação de custo em função da área, para velocidade e eficiência diferentes, na operação do enfardamento (R\$.ha<sup>-1</sup>), da enfardadora Class Quadrant 2200.

#### 4.7 Alternativas Propostas

Alternativas foram propostas para se tentar baixar o custo do sistema mecanizado usado na propriedade. De acordo com dados fornecidos pela propriedade, a mecanização foi responsável, nos últimos quatro anos, por uma média de 22% do custo total de produção do feno. O resultado obtido com as propostas são discutidos a seguir.

Proposta 1: Propriedade em estudo na situação real de trabalho.

Proposta 2: Substituir o ancinho enleirador Class pelo Nogueira Haybob 300.

A proposta 2 obteve um menor custo que a proposta 1. Com a substituição da máquina sugerida, a redução no custo foi 0,80%, isto é, de R\$ 217,25, o custo foi reduzido para R\$ 215,52 por hectare na fenação.

Proposta 3: Substituir a enfardadora Class Quadrant 2200 pela New Holland 570.

A redução no custo total da fenação com a proposta 3 foi de 15,3%, pois o custo era de R\$217,25 e foi alterado para R\$ 183,93 por hectare.

Proposta 4: Proposta 2 + Proposta 3

A proposta 1 obteve um custo de R\$ 217,25, já a situação 4 apresentou um custo de R\$ 182,19 por hectare, uma redução de 16,1% no custo total.

Proposta 5: Aumentar a velocidade de trabalho de todas as máquinas em 1 Km/h.

Foi acrescido 1 Km/h na velocidade de trabalho de todas as máquinas que compõem o sistema mecanizado da propriedade em estudo, exceto a segadora Case 8312, que já opera com a velocidade acima da recomendada pelo fabricante.

O que se pode observar é que com a proposta 5, o custo total da fenação foi reduzida de R\$217,25 para R\$205,15 por hectare, o que representa 5,5%.

Proposta 6: Aumentar em 10% a eficiência de todas as máquinas

A eficiência de todas as máquinas da propriedade em estudo foram acrescidas em 10%, exceto o ancinho batedor Ota 8m, pois sua eficiência já era de 100%.

A redução no custo total da fenação foi de 4,2%, com a proposta 6. O custo que era de R\$ 217,25 caiu para R\$208,18 por hectare.

Proposta 7: Proposta 5 + proposta 6

A proposta 7 é o resultado da proposta 5 somado com a proposta 6.

O custo com a proposta 7 foi reduzido de R\$217,25 para R\$197,16 por hectare, o que representa 9,2%. Isto significa que se todas as máquinas do sistema tiverem suas velocidades de trabalho e eficiências aumentadas, o custo pode ser reduzido significativamente.

O resultado do estudo das propostas sugeridas pode ser observado na Figura 23. As colunas representam os custos totais de cada proposta, já a linha mostra a variação em porcentagem de cada proposta em relação a situação original (proposta 1). As propostas 3 e 4 foram as que apresentaram menores custos. A proposta 2 foi a menos representativa.

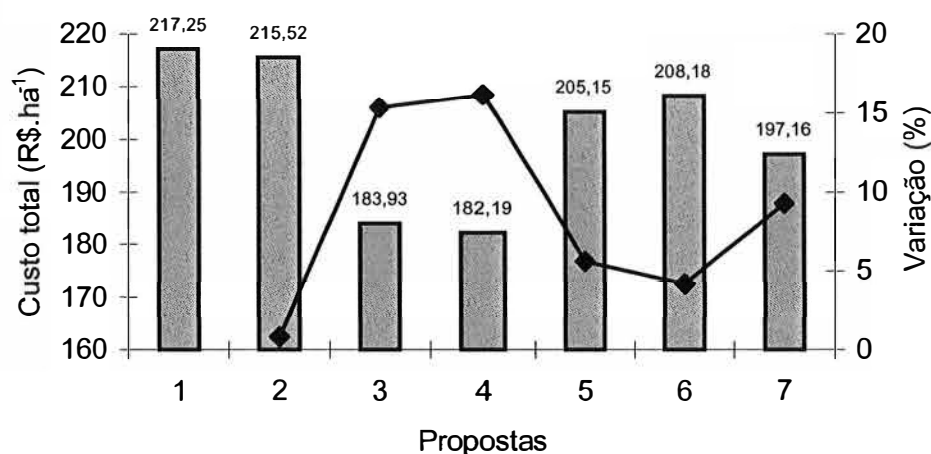


Figura 23 – Variação do custo total da fenação para as propostas de 1 a 7.

## **5 CONCLUSÕES**

O modelo empírico desenvolvido em planilha eletrônica mostrou-se adequado para o cálculo dos custos, referentes à escolha de sistemas mecanizados para a fenação.

A operação de enfardamento é a de maior custo para o sistema mecanizado analisado e o valor inicial e eficiência de campo são as variáveis mais críticas para essa operação.

Em uma possível substituição de equipamentos existem alternativas mais viáveis economicamente em relação à frota atual.

A adoção de métodos de trabalho diferentes e/ou adequação da área física podem contribuir para a redução de custos.

## **ANEXOS**

ANEXO A - Máquinas usadas para a validação do modelo, pertencentes à propriedade agrícola.

<b>Sub-operações</b>	<b>Equipamentos</b>	<b>Modelo</b>
Sega	Segadora automotriz	Case 8850
	Trator +	TL 100
	Segadora de arrasto	Case 8312
Viragens	Trator +	TL 80
	Ancinho batedor	OTA – 8 m
Enleiramento	Trator +	TL 80
	Ancinho enleirador	Class (2 enleiradores)
Enfardamento	Trator +	TL 70
	Enfardadora (fardos pequenos)	Freeman 270
		TM 165
	Trator +	Class (Quadrant 2200)
	Enfardadora (fardos grandes)	

## ANEXO B - Máquinas pertencentes ao conjunto mecanizado B.

<b>Sub-operações</b>	<b>Equipamentos</b>	<b>Modelo</b>
Sega	Trator +	TL 70
	Segadora de arrasto	Nogueira CM 168
Viragens	Trator +	TL 80
	Ancinho batedor	OTA – 8 m
Enleiramento	Trator +	TL 70
	Ancinho enleirador	Nogueira Haybob 300
Enfardamento	Trator +	TL 80
	Enfardadora(fardos grandes)	NH 570
	Trator +	TL 70
	Enfardadora (fardos pequenos)	Nogueira AP 41N

ANEXO C - Eficiência de campo , reparos e manutenção

Máquina	Eficiência de campo		Vida útil (h)	Reparos e manutenção % do valor inicial
	Faixa (%)	Típico(%)		
Trator			12000	100
Ancinho	70-90	80	2500	60
Segadora acondicionadora	75-85	80	2500	80
Segadora acondicionadora (rotativa)	75-90	80	2500	100
Enfardadora retangular	60-85	75	2000	80
Enfardadora retangular grande	70-90	80	3000	75
Ceifadora de forragens	60-85	70	4000	50

Fonte: ASAE – D497.4, 1999, pg. 364



## ANEXO D

Valor inicial, potência do motor, das máquinas utilizadas na propriedade agrícola.

Máquina		Potência (cv)	Valor inicial (R\$)
Tipo	Marca-Modelo		
Trator	NH – TL 100	101	65.000,00
Trator	NH – TL 80	80	51.000,00
Trator	NH – TL 70	71	41.000,00
Trator	NH – TM 165	160	128.000,00
Segadora	Case 8312	150	28.200,00
Segadora autopropelida	Case 8850		105.750,00
Ancinho batedor	Ota 8 m		4.000,00
Ancinho enleirador	Class 2 enleiradores		6.100,00
Enfardadora	Freeman 270		69.800,00
Enfardadora	Class Quadrant 2200		165.500,00

Juro anual para tratores: 8,75%

Valor final: 10% do VI (valor inicial)

Preço do diesel: R\$ 0,85

Fonte: Fortrac – Concessionária New Holland de Piracicaba-SP

Igarapé - Concessionária New Holland de Tatuí-SP

Tratorag Com. e Represent. Ltda. – Concessionária John Deere de Piracicaba – SP.

## ANEXO E - Dados gerais da propriedade agrícola

Fazenda Aterrado

Município: Guaíra –SP

Coordenadas da propriedade: latitude: 20° 29' 59" S; longitude: 48° 21'14,5" W

Área total da propriedade: 664,048 ha

Área destinada ao feno: 500 ha

Solo: latossolo roxo eutrófico e latossolo vermelho escuro; textura muito argilosa

Clima: Cwa (classificação de Koppen), tropical de altitude, com verão chuvoso e inverno seco.

Precipitação média anual: 1200 a 1500mm

Temperatura médias: 21 a 22°C

Espécies forrageiras: Tifton-85 e coast-cross

Microsoft Excel - Planilha MODELO FEND

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Arial 10 N I S

C30

**PLANILHA DE CUSTOS DE SISTEMAS MECANIZADOS NA FENAÇÃO**

**DADOS GERAIS**

CLIENTE: Lucy LOCAL: Guairá DATA: Out/02

Identificação	Talhão	Área (ha)	Produtividade média (t MS/ha)	Produção (t/ha/ano)
Pivô 2	A1	34,09	0,78	26,7
Pivô 2	A2	18,85	1,34	25,2
Pivô 2	B1	15,23	1,22	18,6
Pivô 2	B2	37,07	0,77	28,6
Pivô 3	A1	28,41	0,55	15,7
Pivô 3	A2	23,03	0,78	18
Pivô 3	B	52,31	0,26	13,7
Sequeiro 4	37	12	0,18	2,1
Área Plantada (ha)		221,05		148,6 TOTAL

Capa / Introdução / Área / Cortes / Dias secos / Tempo disp. / Dados 2 / NF

Pronto NUM

Iniciar Explorando - TeseFEND Microsoft Excel - PL Microsoft Word - Modelo 16:01

ANEXO F - Planilha eletrônica, página referente a dados de área.

Microsoft Excel - Planilha MODELO FENO

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Arial 10 N I S

C18 = 0

4	CLIENTE:	Lucy	LOCAL:		DATA:	
6	Área Plantada (ha)		221,05			
7	Produção (t)		148,6			
9	Data do 1º eorte		25/02/2000			
11	Intervalo entre cortes (dias)			Datas dos próximos cortes		
12	1ª e 2ª	39		1ª	25/02/2000	
13	2ª e 3ª	51		2ª	04/04/2000	
14	3ª e 4ª	74		3ª	25/05/2000	
15	4ª e 5ª	48		4ª	07/08/2000	
16	5ª e 6ª	41		5ª	24/09/2000	
17	6ª e 7ª	38		6ª	04/11/2000	
18	7ª e 8ª	0		7ª	12/12/2000	
19	8ª e 9ª	0		8ª	12/12/2000	
20	9ª e 10ª	0		9ª	12/12/2000	
21	10ª e 11ª			10ª	12/12/2000	
22	11ª e 12ª			11ª	12/12/2000	
23	12ª e 13ª			12ª	12/12/2000	
24				13ª	12/12/2000	

26 Instrução: Digitar nos espaços reservados o Intervalo (em dias) entre um corte e outro. Se não houver tantos cortes conforme os espaços, ponha "0"(zero) ou deixe sem valor.

27

28

29

30

31

32

Capa / Introdução / Área / Cortes / Dias secos / Tempo disp. / Dados 2 / Nf

Pronto

Iniciar Explorando - TeseFENO Microsoft Excel - PL Microsoft Word - Modelo 16:01

ANEXO G - Planilha eletrônica, dados referentes intervalo e datas de corte do feno.

Microsoft Excel - Planilha MODELO FENO

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Arial 10 N I S

H13 = 7º corte

**Dias agronomicamente secos para a região de Ribeirão Preto (Mialhe, ...)**

Mês	Nº de dias Secos no mês		% de dias Secos no mês	
	Solo Arenoso	Solo Argiloso	Solo Arenoso	Solo Argiloso
Jan	11	11	35	35
Fev	15	15	54	54
Mar	15	15	48	48
Abr	25	25	83	83
Mai	31	31	100	100
Jun	30	30	100	100
Jul	31	31	100	100
Ago	31	31	100	100
Set	30	30	100	100
Out	23	23	74	74
Nov	16	14	53	47
Dez	11	11	35	35

Escolha a % de dias secos (Tipo de solo x mês)	
1º corte	48
2º corte	83
3º corte	100
4º corte	100
5º corte	74
6º corte	47
7º corte	
8º corte	
9º corte	
10º corte	
11º corte	
12º corte	

Capa / Introdução / Área / Cortes / Dias secos / Tempo disp. / Dados 2 / Ni

Pronto NUM

Iniciar Explorando - TeseFENO Microsoft Excel - PL... Microsoft Word - Modelo 16:02

ANEXO H - Planilha eletrônica, dados referentes ao clima

Microsoft Excel - Planilha MODELO FENO

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Arial 10 N I S

F125 =

**PLANILHA DE CUSTOS DE SISTEMAS MECANIZADOS NA FENAÇÃO**

**DADOS GERAIS**

Área Plantada (ha)	221,95	Jornada de trabalho (h)	10
Produção (t)	663,15		
Produtividade (t/ha)	3		

1ª corte

Data do 1º corte	25/02/2000
Produtividade (t/ha)	3

**OPERAÇÕES DE COLHEITA**

	Período de realização			Jornada de trabalho (h)	Tempo disponível (horas) (h)	Tempo efetivo (h)
	Início	Fim	TOTAL			
Corte	25/Jan	03/Abr	38	10	380	9
Viragem	25/Jan	03/Abr	38	10	380	9
Enfardamento	25/Jan	03/Abr	38	10	380	9
Enfardamento	25/Jan	03/Abr	38	10	380	9

**OPERAÇÕES DE COLHEITA**

	Nº de dias úteis	Nº de dias úteis	X de dias úteis	X dias úteis	Nº de dias úteis	Méd-Nº	Dias disponíveis	Tempo disponível (horas) (h)
Corte	5	32	48	32	17	22	11	11
Viragem	5	32	48	32	17	22	11	11
Enfardamento	5	32	48	32	17	22	11	11
Enfardamento	5	32	48	32	17	22	11	11

2ª corte

Data do 2º corte	04/04/2000
------------------	------------

**OPERAÇÕES DE COLHEITA**

	Período de realização			Jornada de trabalho (h)	Tempo disponível (horas) (h)	Tempo efetivo (h)
	Início	Fim	TOTAL			
Corte	04/Abr	24/Mai	50	10	500	5
Viragem	04/Abr	24/Mai	50	10	500	5
Enfardamento	04/Abr	24/Mai	50	10	500	5
Enfardamento	04/Abr	24/Mai	50	10	500	5

**OPERAÇÕES DE COLHEITA**

	Nº de dias úteis	Nº de dias úteis	X de dias úteis	X dias úteis	Nº de dias úteis	Méd-Nº	Dias disponíveis	Tempo disponível (horas) (h)
Corte	5	32	48	32	17	22	11	11
Viragem	5	32	48	32	17	22	11	11
Enfardamento	5	32	48	32	17	22	11	11
Enfardamento	5	32	48	32	17	22	11	11

Capa / Introdução / Área / Cortes / Dias secos / **Tempo disp.** / Dados 2 / Nº

Pronto NUM

Iniciar Explorando - TeseFENO Microsoft Excel - PL Microsoft Word - Modelo 16:02

ANEXO I – Planilha eletrônica, dados referentes a dias disponíveis ao trabalho.

Microsoft Excel - Planilha MODELO FENO

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Arial 10 N I S

A13 =

M N O P Q R S T U V W X Y

**PLANILHA DE CUSTOS DE SISTEMAS MECANIZADOS NA FENAÇÃO**

Máquinas e implementos

Viragens							Enleiramento					
Ancinhos			Tratores				Ancinhos			Tratores		
Marca	Modelo	Valor Inicial (R\$)	Marca	Modelo	Valor Inicial (R\$)	Potência (cv)	Marca	Modelo	Valor Inicial (R\$)	Marca	Modelo	Valor Inicial (R\$)
Ota	8m	4.000,00	NH	TL 80	51.000,00	80	Claas	2 enleiradores	14.100,00	NH	TL 80	51

Capa / Introdução / Área / Cortes / Dias secos / Tempo disp. / Dados 2 / NH

Pronto

Iniciar Explorando - TeseFENO Microsoft Excel - PL... Microsoft Word - Modelo 16:02

ANEXO J – Planilha eletrônica, dados gerais referentes aos conjuntos mecanizados.

Microsoft Excel - Planilha MODELO FENO

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Arial 10

AA19

Operações

VIRAGENS							ENLEIRAMENTO											
Logura de trabalho	Eficiência	VU	CcE	CcO	Ru	Nº conj	Marca	Modelo	Velocidade	Logura de trabalho	Eficiência	VU	CcE	CcO	Ru	Nº conj	Marca	Modelo
(m)	(%)	(h)	(h/h)	(h/h)	(h/h)				(h/h)	(m)	(%)	(h)	(h/h)	(h/h)	(h/h)			
7,45	100	2500	5,29	5,29	4,02	1,00	Clear	enleiradora	5,50	6,50	79	2500	5,53	4,36	4,02	1,00	Freeman	270
							Clear	padrent220										
7,45	100	2500	5,29	5,29	1,77	1,00	Clear	enleiradora	5,50	6,50	79	2500	5,53	4,36	1,77	1,00	Freeman	270
							Clear	padrent220										
7,45	100	2500	5,29	5,29	0,72	1,00	Clear	enleiradora	5,50	6,50	79	2500	5,53	4,36	0,72	1,00	Freeman	270
							Clear	padrent220										
7,45	100	2500	5,29	5,29	1,19	1,00	Clear	0	5,50	6,50	79	2500	5,53	4,36	1,19	1,00	Freeman	270
							Clear	padrent220										

Pronto

Iniciar Explorando - TeseFENO Microsoft Excel - PL Microsoft Word - Modelo 16:03

ANEXO K – Planilha eletrônica, dados referentes a dados operacionais dos conjuntos mecanizados.



Microsoft Excel - Planilha MODELO FENO

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Arial 10 N I S

B12 =B11\*12

Parâmetros					
Máquinas	Vida útil (h)	Juro Anual (%)	Valor de sucata (%)	Taxa de Reparo e Manutenção (%)	Alojamento, seguro e taxas (%)
Tratores	12000	8,75	10	100	1,0
Ancinhos	2500	8,75	10	60	1,0
Segadora de arrasto	2000	8,75	10	80	1,0
Segadora autopropelida	4000	8,75	10	50	1,0
Enfardadora	2000	8,75	10	80	1,0

Preço do diesel (R\$/l)	0,85
Mão-de-obra (R\$/mês)	450,00
Mão-de-obra (R\$/ano)	5400,00

Parâmetros / Cálcul

Pronto

Iniciar Explorando - TeseFENO Microsoft Excel - PL Microsoft Word - Modelo 16:03

ANEXO L- Planilha eletrônica, dados referentes a parâmetros operacionais, preço do combustível e valor pago pela mão-de-obra.

Microsoft Excel - Planilha MODELO FENO

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Arial 10

O8

CUSTOS										
CUSTOS FIXOS								CUSTOS VARIÁVEIS		
Marcas	Modelo	Nº conjunto	VI (R\$)	Nhu	lr (decimo/Jornal (decimal))	Depreciação (decimal)	CF total/m.écua (R\$/h)	Rep. e Manut. (decimal)	Combustível (R\$/h)	
<b>CORTE</b>										
Cura	8312	1	28.200,00	306	0,010	0,04813	0,00045	5,39	11,28	
Cura	8850	1	105.750,00	306	0,010	0,04813	0,00023	26,19	26,44	15,20
<b>ESPALHAMENTO</b>										
Oto	9m	1	4.000,00	244	0,010	0,04813	0,00036	0,96	0,96	
<b>ENLEIRAMENTO</b>										
Clear	Zenitredator	1	14.100,00	304	0,010	0,04813	0,00036	2,71	3,38	
<b>ENFARDAMENTO</b>										
Freeman	270	1	159.300,00	209	0,010	0,04813	0,00045	44,70	63,92	
Clear	Quadrant 2200	1	265.512,40	209	0,010	0,04813	0,00045	74,27	106,20	
<b>TRATORES</b>										
NH	TL100	1	65.000,00	306	0,010	0,04813	0,00045	12,43	5,42	10,20
NH	TL80	1	51.000,00	244	0,010	0,04813	0,00045	12,25	4,25	8,16
NH	TL80	1	51.000,00	304	0,010	0,04813	0,00045	9,53	4,25	8,16
NH	TL70	1	41.000,00	209	0,010	0,04813	0,00045	11,47	3,42	7,24
NH	TH1145	1	128.000,00	209	0,010	0,04813	0,00045	25,80	10,67	16,32

Tempo disp. / Dados 2 / Nhu / Operações / Parâmetros / Cálculos custos

NUM

Inicial Explorando - TeseFENO Microsoft Excel - PL Microsoft Word - Modelo 16:03

ANEXO M - Planilha eletrônica, cálculos dos custos totais.

Microsoft Excel - Planilha MODELO FENO

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Arial 10 N I S

C16 =

	A	B	C	D	E	F
1	<b>Custos totais</b>					
2						
3		R\$/h	R\$/ha			
4	CUSTOS FIXOS TOTAIS	229,97				
5	CUSTOS VARIÁVEIS TOTAIS	432,42				
6						
7	<b>CUSTOS TOTAIS</b>	<b>662,39</b>	<b>217,25</b>			
8						
9						
10	<b>Custos por sub-operação</b>					
11	<b>OPERAÇÃO</b>	<b>R\$/h</b>	<b>R\$/ha</b>			
12	Corte	141,97	65,72			
13	Viragens	48,72	8,92			
14	Enleiramento	46,11	10,56			
15	Enfardamento	425,58	132,05			
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						

Dados 2 / Nhu / Operações / Parâmetros / Cálculos custos / Custos

Pronto NUM

Iniciar Explorando - TeseFENO Microsoft Excel - PL Microsoft Word - Modelo 16:03

ANEXO N - Planilha eletrônica, resumo dos custos totais e por sub-operação.

ANEXO O - Dados operacionais das máquinas agrícolas pertencentes à propriedade agrícola.

<b>Equipamentos</b>	<b>V (Km/h)</b>	<b>L (m)</b>	<b>Ef (%)</b>
Segadora Case 8850	8,30	6,50	80
Segadora Case 8312	6,50	6,50	76
Ancinho OTA – 8 m	7,10	6,50	79
Ancinho Class (2 enleiradores)	8,50	7,45	100
Enfardadora Freeman 270	5,15	3,40	78
Enfardadora Class (Quadrant 2200)	7,40	4,20	78

ANEXO P - Modelo em planilha eletrônica com os dados da propriedade agrícola em estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE standards 1999**: standards engineering practices data. 46. ed. St. Joseph, 1999, p. 353 - 366: ASAE EP 496.2 - Agricultural machinery management.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 307p.

BALASTREIRE, L. A. Determinação do ponto de renovação de frotas mecanizadas. **STAB. Açúcar, Álcool e Subproduto**, v.13, p.31-34, 1995.

BALL, D. M.; HOVELAND, C. S.; LACEFIELD, G. D. **Southern forages**. Atlanta: Potash & Phosphate Institute, 1991. v.1, 256 p.

BARBOZA, M.M.; MILAN M.; COELHO J.L.D. Planning of an agricultural machinery system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, Orlando,1998. **Proceedings**. Orlando: ASAE, 1998. v.7, p. 35-40.

BURROWS, W.C.; SIEMENS, J.C. Determination of optimum machinery for com soybean farms. **Transactions of the ASAE**, v.17, n. 6, p. 1130-1335, 1974.

CARVALHO, R.T.L.; HADDAD, C.M. **Criação e nutrição de cavalos**. São Paulo: Ed. Globo, 1987. 180p.

CHEN, L.H.; MCCLENDON, R.W. Selection of planting schedule for soybeans via simulations. **Transactions of the ASAE**, v.27, n. 1, p. 29-35, 1984.

CHANCELLOR, W.J.; CERVINKA, V. Timeliness coefficients for rice and factors affecting their value. **Transactions of the ASAE**, v.17, n. 5, p. 841-844, 1974.

CROSSLEY, C. P. The application of a computer program to the analysis of sugar cane transport - a case study. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 36, p. 17-30, 1987.

DOURADO NETO, D.; TERUEL, D. A.; REICHARDT, K.; NIELSEN D. R.; FRIZZONE, J. A.; BACCHI, O. O .S. Principles of crop modelling and simulation: II. the implications of the objective in model development. **Scientia Agricola**, v. 55, p. 51-57, ago. 1998.

EDWARDS, W.; BOEHLJE, M. Machinery selection considering timeless losses. **Transactions of the ASAE**, v.23, n. 4, p. 810-816, 1980 .

FARIA, V.P. Técnicas de produção de feno. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM. **Anais**. Piracicaba: ESALQ, 1975. v.2, p. 229 - 240.

FARIA, V.P. de; CORSI, M. Técnicas de produção de feno. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J.C. de; FARIA, V.P. de. **Confinamento de bovinos leiteiros**, Piracicaba, 1975: FEALQ, 1993. p. 171-194.

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **Agrianual 2001**: anuário de agricultura brasileira. São Paulo, 2001. p. 96-97: Mecanização Agrícola.

HADDAD, C.M. Produção de feno de gramíneas tropicais. **Cavalo Marchador**, v. 6, n.53, p. 16-19, 1992.

HADDAD, C.M.; CASTRO, F.G.F. Produção de feno. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15. Piracicaba, 1998. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 151-171.

HOFFMANN, R.; ENGLER, J.J.C; SERRANO, O.; THAME, A.C.M; NEVES, E.M. **Administração da empresa agrícola**. 4. ed. São Paulo: Pioneira, 1984, 325 p.

HOOGENBOOM, G.; JONES, J.W.; BOOTE. K.J. Modeling growth, development, and yield of grain legumes using Soygro, Pnutgro, and Beangro: A review. **Transactions of the ASAE**, v.35, n. 6, p. 2043-2056, 1992.

HUNT, D. R. **Farm power machinery management**. Ames: Iowa State University Press, 1974. 323p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.  
<http://www.ibge.gov.br> (27 jan.2003).

JANNOT, Ph; CAIROL, D. Linear Programming as an aid to decision-making for investments in farm equipment for arable farms. **Journal of Agricultural Engineering Research**. v.59, p. 173-179, 1994.

LAL, H.; PEART, R.M.; JONES, J.W.; SHOUP, W.D. An object-oriented field operations simulator in PROLOG. **Transactions of the ASAE**, v.34, n.3, p. 1031-1039, 1991.



- LAL, H.; JONES, J.W.; PEART, R.M.; SHOUP, W.D. FARMASYS: a whole-farm machinery management decision support system. **Agricultural Systems**, v.38, p. 257-273, 1992.
- LAVEZZO, W.; ANDRADE, J.B. Conservação de forragens: feno e silagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, Campinas, 1994. **Anais**. Campinas: CNBA, 1994. p.105.
- LEITE, G.G. O feno na produção de gado de corte. **Informe Agropecuário**, v. 6, n. 64, p. 36-39, abr. 1980.
- LOPES, J.D.S. Simulação de um sistema de carregamento e transporte de cana-de-açúcar. Piracicaba, 1995. 143p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- LOPES, J.D.S.; MANTOVANI, E.C.; PINTO, F.A.C.; QUEIROZ, D.M de. Desenvolvimento de um programa computacional para selecionar, economicamente, um sistema de mecanização agrícola. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v.30, n.4, p. 537-542, abr. 1995.
- MAC DONALD, A. D.; CLARCK E. A. Water and quality loss during field drying of hay. **Advances in Agronomy**, v.41, p. 407-437, 1989.
- MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Ceres, 1974. 301p.
- MILAN, M. Improving operational management of harvest, transport and mechanization for sugar cane in brazil. Silsoe, 1992. 226 p. Thesis (Ph. D.) - Cranfield Institute of Technology

LAN, M. Fatores críticos no sistema de produção de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, v. 18, n. 4, p. 100-109, jun. 1999.

OZKAN, H.E.; EDWARDS W.M. A farmer – oriented machinery comparison model. **Transactions of the ASAE**, v. 29, n.3, p. 672-677, 1986.

PARMAR, R. S.; MCCLEDON, R. W.; POTTER, W. D. Farm machinery selection using simulation and genetic algorithms. **Transactions of the ASAE**, v. 39, n.5, p. 1905-1909, 1996.

PIZARRO, E.A. Conservação de forragens: feno. **Informe Agropecuário**, v. 6, n. 64, p. 12-22, abr., 1980,a.

PIZARRO, E.A.; SATURNINO, M.A.C.; MELO, J.C. de. Custos de produção e armazenamento de feno. **Informe Agropecuário**, v. 6, n. 64, p. 28-30, abr. 1980,b.

RIBEIRO, A.R.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; ABLAS, D.S. Avaliação do desempenho operacional e econômico de máquinas para fenação – Cultura de Coast-Cross. **Boletim da Indústria Animal**, v. 56, n.2, p.147-151, 1999.

ROTZ, C.A. A standard model for repair costs of agricultural machinery. **Transactions of the ASAE**, v. 30, n.1, p. 3-9, 1987.

ROTZ, C.A. Loss models for forage harvest. In: INTERNATIONAL WINTER MEETING, Atlanta, 1994. Atlanta: ASAE, 1994. p 1-17.

- ROTZ, C.A. Mechanization: planning and selection of equipment. In: INTERNATIONAL GRASSLAND AND CONGRESS, 19., São Pedro. **Proceedings**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 763-768.
- ROTZ, C.A.; BLACK, J. R.; MERTENS, D. R.; BUCKMASTER, D. R. DAFOSYM: a model of dairy forage system. **Journal of Production Agriculture**, v.2, n.1, p. 83-91, 1989.
- ROTZ, C.A; CHEN, Y. Alfalfa drying model for the field environment. **Transactions of the ASAE**, v. 28, n. 5, p. 1686 - 1691, 1985.
- ROTZ, C.A; MUHTAR, H.A.; BLACK, J. R. A multiple crop machinery selection algorithm. **Transactions of the ASAE**, v.26, n. 3, p. 1644- 1649, 1983
- ROTZ, C.A; SPROTT, D. J.; Drying rates, losses and fuel requirements for mowing and conditioning alfalfa. **Transactions of ASAE**, v.27, n. 3, p. 715-720, 1984.
- SALASSI, M.E; CHAMPAGNE, L.P. A spreadsheet-based cost model for sugarcane harvesting systems. **Computers and Eletronics in Agriculture**, v. 20, p. 215-227, 1998. <http://sciencedirect.com>. (02 out. 2001).
- SAVOIE, P.; PARSCH, L.D., ROTZ, C. A.; BROOK, R.C.; BLACK J. R. Simulation of forage harvest and conservation on dairy farms. **Agricultural Systems**, v. 17 p. 117-131, 1985.
- SEIFFERT, N.F. Produção de feno com forrageiras de verão. **Informe Agropecuário**, v. 6, n. 64, p. 8-11, abr. 1980.

SIEWERDT, L. Mecanização eficiente na produção de feno. **Informe Agropecuário**, v. 6, n. 64, p. 23-28, abr. 1980.

SILVA, S.C. da; PEDREIRA, C.G.S. Suplementação volumosa no pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 14., Piracicaba, 1997. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 317-327.

TACHIBANA, A. Um modelo para avaliar sistemas mecanizados para aplicação de defensivos em culturas perenes. Piracicaba, 2000. 86p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

TACHIBANA, A.; MILAN, M.; MOURÃO FILHO, F.A.A. Modelo para avaliar um sistema mecanizado para a cultura do limão siciliano (*Citrus limon*, Burm.) **Engenharia Agrícola**, v.18, n.3, p. 34-43, 1999.

TEIXEIRA, L.F.G. Desenvolvimento de uma equação para estimativa de custos de reparos e manutenções pra tratores agrícolas de pneus. Piracicaba, 1995, 89p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

THYLÉN, A.; SUNDBERG, M. Simulation of mat hay-harvesting with six years of weather data. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.60, p. 249-259, 1995.

VEIGA, M. C. Modelo empírico para a seleção de máquinas agrícolas na cultura da soja, considerando o custo de pontualidade. Piracicaba, 2000. 62p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

VERA, R. R.; PIZARRO, E. A. Modelo matemático de produção de silagem de milho **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, v. 33, n.3, p. 553-567, dez. 1981

WINSAUER, S.A.; UNDERWOOD, J.N. Computer simulation of forest harvesting systems development, and application. **Transactions of the ASAE**, v. 23, p. 317-323, 1980.

WITNEY, B.D. **Choosing & using farm machines**. Edinburgh: Land Technology, 1988. 412p.