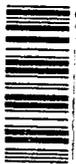


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de  
Produção e Sistemas

SISTEMA BASEADO EM CONHECIMENTO PARA O ARRAÇAMENTO  
DO GADO LEITEIRO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA

Henrique J. S. Coutinho



0.208.016-3

UFSC-BU

Florianópolis, Agosto de 1992

SISTEMA BASEADO EM CONHECIMENTO PARA O ARRAÇAMENTO  
DO GADO LEITEIRO

Henrique Jose Souza Coutinho

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA

ESPECIALIDADE ENGENHARIA ECONOMICA



---

Neri dos Santos - Dr.

COORDENADOR



---

Edgar Augusto Lanzer - Ph.D.

ORIENTADOR

BANCA EXAMINADORA:



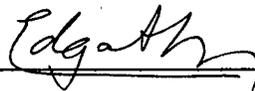
---

Cristiano J. A. Cunha - Dr.



---

Bruno H. Kopittke - Dr.



---

Edgar Augusto Lanzer - Ph.D.

ORIENTADOR

**Carlos Simões Louro**

**in memoriam**

**Carlos Souza Coutinho**

**in memoriam**

## AGRADECIMENTOS

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina. Ao professor Edgar Augusto Lanzer agradeço imensamente pela oportunidade de compartilhar seus conhecimentos lavando a uma orientação precisa que contribuiu para condução deste trabalho.

Aos pesquisadores da EPAGRI pela colaboração na fase terminal da pesquisa e especialmente à Irceu Agostini pela dedicação e incentivo na construção deste sistema.

Aos analistas de sistemas e programadores Raul Eduardo Saavedra Satriani e Aran Bey Tcholakian Morales pela valiosa contribuição na estruturação e programação deste sistema. E a muitos outros colegas de curso pelo incentivo e companherismo durante este trabalho.

### Listas de Quadros

Quadro 1 - Produtividade média de vacas leiteiras em alguns países. _____	2
Quadro 2 - Produção brasileira de leite 1985/90 _____	2
Quadro 3 - Vacas ordenhadas, Produção de leite, Rendimento em Santa Catarina _____	3

### Listas de Graficos, Esquemas e Tabelas

Grafico 1 - Curvas de eficiencia metabólica _____	17
Esquema 1' - Mecanismos de partição de nutrientes _____	18
Esquema 1 - Fluxo de informações referentes ao rebanho _____	33
Esquema 2 - Fluxo de informações referentes a produção de alimentos na propriedade _____	37
Esquema 3 - Fluxo de informações referentes a aos alimentos adquiridos para produção de rações alternativas _____	39
Esquema 4 - Fluxo de informações referentes a consulta individual _____	41
Esquema 5 - Fluxo de dados referentes a projeções de custos para utilização posterior _____	43
Esquema 6 - Fluxo para obtenção de resultados _____	45
Tabela para composição de ração para vacas em produção _____	51
Tabela de conversão para unidades animais _____	15
Tabela de comparação entre processamento de dados e engenharia de conhecimento _____	22

### Listas das Telas de apresentação

Tela 1 - Gerenciamento dos dados de entrada _____	29
Tela 2 - Caracterização do rebanho _____	30
Tela 3 - Caracterização das vacas em produção _____	31
Tela 4 - Caracterização dos animais de 1 a 2 anos _____	32
Tela 5 - Entrada de dados referentes a alimentos produzidos na propriedade _____	34

Tela 6 - Caracterização da estação do ano	35
Tela 7 - Menu de gerenciamento de inclusão de alimentos para formulação da ração	38
Tela 8 - Comparação das exigências nutricionais de uma vaca em produção e quantidades de alimentos ingeridos	40
Tela 9 - Entrada de dados relativa a custos	42
Tela 10 - Menu para gerenciamento dos programas de obtenção dos resultados	44
Tela 11 - Listagem do rebanho, cultivos e estimativas da matéria seca produzida	48
Tela 12 - Comparativo da oferta e exigência de NDT da propriedade e rebanho	48
Tela 13 - Comparativo entre a oferta e exigência de proteína bruta	49
Tela 14 - Listagem dos alimentos disponíveis e seus preços	51
Tela 15 - Ração sugerida pelo sistema e seu custo	52
Tela 16 - Apresentação dos dados atuais de produção de nutrientes, requerimento do rebanho e ocupação da área	55
Tela 17 - Apresentação de resultados com produção estimada em função das estimativas de custo dos cultivos/ha	56
Tela 18 - Variação na produção animal estimada por animal e por hectare	58
Tela 19 - Comparação do custo variável com o uso de ração	58
Tela 20 - Análise percentual nas variações do lucro, custo e produção de leite	59
Tela 21 - Análise marginal considerando a produção de leite por animal	59
Tela 22 - Análise marginal considerando o aumento da capacidade de suporte e o aumento da produção de leite pelo uso de ração	60

Tela 23 - Recomendações a curto prazo	61
Tela 24 - Recomendações a longo prazo	62

## RESUMO

Um grande número de pequenos e médios produtores em Santa Catarina alimentam seu rebanho leiteiro com produtos produzidos na propriedade. Este esquema frequentemente não é balanceado do ponto de vista nutricional, reduzindo a produtividade e elevando o custo de produção, pois a alimentação representa 60% do custo de produção do leite. Visando ajudar a extensão rural a orientar melhor os produtores, construiu-se um sistema que utiliza programação matemática para formulações de rações acoplada a um redimensionamento dos cultivos existentes. A minimização do custo da alimentação do rebanho conta então simultaneamente com possibilidades do uso de alimentos produzidos na propriedade e/ou de aquisição externa, levando ainda em conta o tipo de animais existentes. O uso do sistema informatizado não requer conhecimento especializado de programação matemática.

## ABSTRACT

In Santa Catarina a large number of small farmers feed the dairy cattle with those home made products. With 60% of the milk cost production, those feed systems usually are not well balanced in the nutrition point of view, decreasing the milk production and increasing the production costs.

This system has been build trying to aid the extension program in the task of produce a low cost and balanced feed program for the dairy cattle. The linear programming was the principal tool of such a system, and the results are balanced ration and the sistematization of the available area in the farm, lowering the food production costs.

## SUMÁRIO

### CAPITULO 1

1 - Introdução e Problemática_____	1
1.1 - Eficiência no Processo de Comunicação_____	6
1.2 - Eficiência na Produção de Leite_____	6
1.3 - Eficiência no Modelo de Assistência ao Produtor_____	7
1.4 - Aumento da Eficiência das Recomendações	
Via Utilização de Modelos Matemáticos_____	9
- Objetivo_____	10

### CAPITULO 2

2.1 - Considerações Sobre Nutrientes Envolvidos	
na Alimentação e no Sistema_____	11
2.1.1 - Energia (NDT)_____	11
2.1.2 - Proteína Bruta_____	12
2.1.3 - Cálcio_____	13
2.1.4 - Fósforo_____	13
2.2 - Procedimento de Avaliação e Recomendação	
dos Alimentos_____	14
2.3 - Conceitos Relevantes na Busca do Potencial	
de Produção Via Alimentação_____	16

### CAPITULO 3

3.1 - Aspectos Gerais dos Sistemas de Apoio a Decisão_____	19
3.2 - Sistemas de Apoio a Decisão_____	19
3.3 - Fatores na Composição do Sistema_____	21

<b>3.4 - Sistemas Especialistas e Sistemas Baseados</b>	
em Conhecimento_____	21
<b>3.4.1 - Organização e Representação do Conhecimento_____</b>	<b>24</b>

#### CAPITULO 4

<b>4.1 - O Sistema Construido_____</b>	<b>26</b>
<b>4.2 - Descrição e Estruturação do Sistema_____</b>	<b>27</b>
<b>4.2.1 - Entrada de Dados_____</b>	<b>28</b>
4.2.1.1 - Rebanho_____	29
4.2.1.2 - Propriedade_____	34
4.2.1.3 - Aquisição de alimentos_____	38
4.2.1.4 - Consulta individual_____	40
4.2.1.5 - Custos e mão de obra_____	42
4.2.1.6 - Processamento e resultados_____	44
<b>4.2.2 - Obtenção dos Resultados_____</b>	<b>46</b>
4.2.2.1 - Comparação das necessidades com o produzido_____	46
4.2.2.2 - Balanceamento de rações_____	49
4.2.2.3 - Otimização da produção_____	52
4.2.2.4 - Economicidade no uso de rações_____	55
4.2.2.5 - Recomendações a curto e longo prazo_____	60

#### CAPITULO 5

<b>5.1 - Avaliações Ergonomicas_____</b>	<b>63</b>
<b>5.2 - Avaliações pela Pesquisa e Extensão_____</b>	<b>64</b>
<b>5.3 - Conclusões_____</b>	<b>66</b>
<b>5.4 - Sugestões_____</b>	<b>67</b>

<b>Referências Bibliograficas</b>	<b>68</b>
<b>Anexo 1</b>	<b>73</b>
<b>Anexo 2</b>	<b>80</b>

## CAPITULO 1

### 1 INTRODUÇÃO E PROBLEMATICA

Ainda hoje é indiscutível a importância do setor agrícola para o país. Basta verificar que as estatísticas de 1990 registraram uma participação do setor de mais de 1/3 do PIB nacional e 65% das exportações brasileiras. Esses números demonstram a relevância de se investir significativamente na modernização do setor [FIG91].

O Brasil destaca-se entre os países que apresentam maior contingente bovino no mundo. Grande parte desses animais é exclusiva ou parcialmente, explorada para produção de leite. Contudo os índices de produtividade leiteira são acentuadamente baixos, em confronto com outros países de pecuária mais tecnificada [POL87]. Alguns dados de produtividade da FAO permitem uma comparação da situação em que se encontra o sistema produtivo nacional (quadro 1).

As estimativas referentes a produção de leite no Brasil de 1990 apontaram um crescimento na ordem de 4,4% em relação a verificada em 1989. Este crescimento é atribuído tanto pela expansão da bovino cultura para regiões de fronteira agrícola, como também ao seu crescimento dentro dos estados onde a presença já era significativa. Contudo, o principal fator do aumento da produtividade do rebanho, foi dado pelas condições climáticas favoráveis, proporcionado uma disponibilidade mais significativas de pastagens de melhor qualidade (quadro 2).

QUADRO 1 - Produtividade média de vacas leiteira em alguns países.

PAIS	Produção média/vaca/ano (Kg)	
	1985	1986
ISRAEL	7805	8278
EUA	5911	6048
DINAMARCA	5603	5808
SUÉCIA	5546	5749
HOLANDA	5307	5592
NORUEGA	5246	5327
BRASIL	700	710
MUNDIAL	2086	2109

FONTE: Anuario FAO de Produccion 1986 ELABORAÇÃO: Instituto CEPA/SC

Quadro 2 PRODUÇÃO BRASILEIRA DE LEITE (1000 litros) 1985-90

ANO	Produção
1985	12.078.399
1986	12.491.809
1987	12.996.497
1988	13.512.881
1989(1)	13.600.000
1990(2)	14.200.000

FONTE: Fundação IBGE. Anuário Estatístico do Brasil 1982-90

ELABORAÇÃO: Instituto CEPA/SC.

(1) e (2) Estimativas da FAO e USDA respectivamente.

Em 1991 segundo um levantamento realizado pelo IBGE, a produção de leite teria apresentado um crescimento de 7,7% no estado de Santa Catarina em relação a 1988. Embora este crescimento se deva ao aumento do número de vacas ordenhadas, verificou-se também algum aumento na produtividade do rebanho (quadro 3).

Quadro 3

## VACAS ORDENHADAS, PRODUÇÃO DE LEITE E RENDIMENTO EM SANTA CATARINA

ano	vacas ordenhadas	produção(1000 L)	L/vaca ord/ano
1986	507.235	587.028	1.157
1987	527.021	612.233	1.162
1988	538.247	622.443	1.156
1989(1)	560.131	670.143	1.196
1990(2)	570.000	684.000	1.200

FONTE: Fundação IBGE Senso Agropecuário de Santa Catarina, 1980 e 1985. Produção pecuária Municipal - Regiões Sul e Centro-Oeste, 1981-88; Produção Pecuária Municipal - Santa Catarina, 1989.

ELABORAÇÃO: Instituto CEPA/SC. (1) e (2) Estimativas.

Com uma área de 95.985 Km<sup>2</sup>, Santa Catarina tem uma estrutura fundiária caracterizada pela pequena propriedade. Esta se dedica a policultura, com emprego de mão de obra familiar [BUF77].

Apesar de geralmente a bovinocultura não ser a atividade principal, é praticada em 86% dos estabelecimentos rurais catarinenses. As propriedades com até 20 cabeças foram responsáveis em 1980 por 73% da produção leiteira estadual [COL90].

Em 1990 a bovino cultura de leite esteve presente de alguma forma em 103 mil propriedades do estado. Embora com a média estadual ainda defasada em relação a média mundial, o estado possui índices superiores a média nacional (vide quadros 3 e 1).

Considerando-se estes esforços de produção, a relação entre a disponibilidade de leite por habitante/ano é ainda sensivelmente inferior aos níveis mínimos recomendados pelo Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição, que é de 146 litros/habitante/ano. Segundo o IBGE o consumo em litros/habitante/ano no Brasil em 1990 encontrava-se na faixa de 94 l/hab./ano.

Em Santa Catarina alguns trabalhos realizados nas cidades de Florianópolis Joinville e Criciúma respectivamente em 1985/86 e 1989, pelo Instituto CEPA, permitiram também constatar que este consumo permanece bastante baixo, situando este em uma faixa de 70 l/hab./ano.

Urge então a necessidade social do aumento da produtividade, justificando-se os estudos que venham a contribuir neste sentido.

Nas regiões sul e sudeste do país, em particular, o aumento da produção primária se traduz na necessidade de aumento simultâneo da produtividade e da rentabilidade dos estabelecimentos agropecuários, uma vez que aí já se encontram praticamente esgotadas as possibilidades de expansão horizontal pela incorporação de novas áreas.

Em tal contexto, as questões de gerência associadas à escolha de novos processos de produção de leite, são críticas. Entretanto, ocorre que, por terem poucas condições de avaliar economicamente as possíveis alternativas de uso dos recursos disponíveis, os pequenos e médios produtores geralmente os utilizam de forma ineficiente, optando por alternativas pouco rentáveis e produtivas, nas quais os custos médios da produção de leite se tornam altos.

Nesta dimensão dos fatos, o uso racional dos fatores de produção, terra, capital e mão de obra, torna-se indispensável para alcançar uma maior eficiência na produtividade.

A busca da produtividade é importante para qualquer cultura ou criação. Na pecuária de leite ela é particularmente relevante, pois as necessidades alimentares de manutenção do rebanho são fixas e altas. São necessidades de cria e recria de uma novilha e as de manutenção desta, quando vaca, quer em produção efetiva, quer no período seco. Diariamente a quantidade de alimento que supre tais exigências de manutenção ultrapassa o equivalente necessário a produção de 20 litros de leite/vaca em lactação [AG088]. A isto deve-se acrescentar os requerimentos de nutrição para a produção

própriamente dita.

Em outras palavras, a alimentação do rebanho leiteiro tem um papel de sustentar todo rebanho que ainda não se encontra apto a produzir, representando um custo elevado. Além da alimentação, outros componentes tem importante papel na produtividade, como veremos a seguir.

Os componentes que atuam no sistema da produção de leite, foram analisados no trabalho de [ARA90] determinando o incremento adicional da produção de leite associada a cada um destes respectivamente, como demonstrado no esquema abaixo.

- melhoramento do rebanho	30%
- alimentação do rebanho	25%
- sanidade do rebanho	20%
- manejo do rebanho	15%
- instalações e equipamentos	10%

A alimentação do rebanho portanto, constitui-se em uma componente que representa 25% da resposta do sistema global. Em outras palavras, se a produtividade aumenta 100 litros, 25% deste incremento é devido a melhorias na alimentação. Ainda neste trabalho, é citado que em 10 anos de publicações tecnocientíficas a respeito do tema (1976 a 1986), 23% foram dedicadas ao tema alimentação. O que se torna relevante, é que apenas 20% do total de trabalhos sobre alimentação (23%), foram destinados a agricultores e extensionistas.

Neste momento a conclusão de [ARA90] " que á necessidade de se concentrarem esforços de pesquisa em áreas que representam gargalos de produção para se atingir fronteiras de produção mais elevadas" é devidamente notada.

Portanto, a baixa produtividade média do rebanho leiteiro no país em geral, é também consequência da não aplicação de tecnologias disponíveis sobretudo na área de alimentação, pois a maioria das publicações são destinadas aos pesquisadores e não a extensionistas e

produtores.

Aqui verifica-se o problema principal. Como transferir, de modo rápido e massivo, conhecimentos tecnológicos já existentes na área de alimentação do gado leiteiro para os produtores? A questão incorpora ainda as dificuldades que os serviços de extensão enfrentam quanto ao pequeno número de agentes com conhecimentos técnicos mais específicos na problemática da alimentação do gado.

Neste problema levantado, alguns itens serão abordados justificando a evolução da problemática para então encaminhar as possíveis soluções que fariam parte de uma resposta.

### 1.1-Eficiência no processo de comunicação

Dentro do processo de comunicação encontram-se vários mecanismos de transferência de conhecimento. Tomando parte deste processo, vários atores estão envolvidos e mecanismos fazem com que o fluxo de informações se dispersem em ambas as direções, com representado no esquema abaixo.

PESQUISA <----> EXTENSÃO <----> PRODUTOR

Devido a heterogeneidade da natureza, experiência individual e interesses das pessoas envolvidas em cada uma destas atividades, problemas de comunicação irão ocorrer. Neste momento alguns mecanismos devem ser usados para fazer com que o conhecimento gerado e as informações pertinentes caminhem para ambas as direções de maneira eficiente, permitindo atingir os objetivos da difusão tecnológica [FRE86], que neste caso especial é aumentar a eficiência de produção de leite via melhoria da alimentação.

### 1.2- Eficiência na produção de leite

A eficiência da produção de leite é comandada principalmente pelos componentes: potencial genético e alimentação, como afirma também [MAT90].

Embora o potencial genético tenha uma importância significativa na produção de leite como vimos anteriormente, sua melhoria implica em grandes investimentos (inseminações e compra de matrizes), para pequenos produtores, os quais contribuem efetivamente na produção estadual. Assim a alimentação tem uma importância fundamental dentro do sistema produtivo, pois constitui-se no principal componente nos custos de produção.

Em sistemas menos intensivos onde a dieta animal baseia-se em pasto, a alimentação participa com 30 a 50% dos custos totais desta atividade. Em sistemas mais intensivos esta corresponde a mais de 60% dos custos. Além destes aspectos economicos, a alimentação ostenta uma posição estratégica dentro da produção leiteira por ser um fator de decisão sobre o qual o produtor tem o maior controle e, ao qual a produção de leite responde mais imediatamente [GON82].

Segundo [ISL84] "alimentar o gado não é tarefa fácil, por que o produtor deve fazer um programa alimentar em qualidade e quantidade suficientes para atender as necessidades de manutenção e produção do rebanho e que seja mais econômica possível.

A quantidade de alimento a ser produzida, depende do consumo voluntário dos animais, que estão ligados a fatores do próprio animal e, a fatores ligados a ração e condições ambientais".

Outros aspectos sobre o uso racional de pastagens indicam também, um aumento na produção de leite e carne reduzindo também os custos de produção [GOM83].

Assim, ao se planejar ou analisar um sistema de alimentação de vacas em produção, deve-se sempre que possível, compatibilizar os fundamentos de nutrição animal com os recursos da propriedade em estudo [ASS82].

### 1.3 - Eficiência nos modelos de assistência a produtores.

Como poderíamos enumerar, existem várias alternativas de

alimentação, porém a decisão adequada será determinada por condições locais e principalmente pela disponibilidade de capital terra e mão de obra. Esta decisão, tomada pelo produtor, pode ser orientada principalmente pelo serviço de extensão local, que neste momento tem o papel da difusão de técnicas de produção.

Embora o serviço de extensão tenha atuado significativamente na divulgação de novas técnicas de produção, por vezes, não se encontram preparados em tempo hábil para realizar análises econômicas e financeiras, do contexto de decisão a ser tomada, no caso particular, a alimentação.

No momento da consulta, o extensionista deve estar apto a recomendar ao produtor rural, o sistema de alimentação que mais se adapte ao caso. Em outras palavras, o extensionista deve dispor de argumentos objetivos, resultantes de uma análise cuidadosa das alternativas existentes no momento, para transmitir segurança em sua recomendação.

Todavia, o nível de treinamento do extensionista, em geral, não é suficiente para determinar com precisão as demandas geradas pelos rebanhos e a quantidades de alimentos obtidas nos diferentes cultivos e diversos ambientes. A maioria deles são graduados nos cursos de agronomia ou zootecnia, e devido as características dos cursos, estão habituados a maximizar a produtividade física em problemas não restritos [FIA87].

Portanto, esta ausência de informação pode por sua vez converter-se em uma recomendação deficiente. Esta "ausência" pode ser reduzida se os extensionistas dispuserem de uma assessoria que os orientem na análise técnica-econômica das alternativas possíveis do contexto no da propriedade.

Este apoio permitiria o uso racional dos recursos da propriedade, auxiliando o produtor na tomada de decisão sobre seu sistema de alimentação.

O treinamento de técnicos e extensionistas com cursos e palestras, e a reunião de pesquisadores seria oportunamente uma das soluções para que os extensionista dispusessem da assessoria anteriormente mencionada [FRE86]. Porém, uma atuação deste tipo teria custos elevados, e ainda poderia contar com o não preenchimento aassistencia ao grande número de produtores, comparada com o pequeno número de técnicos disponíveis.

A "assessoria" portanto deve consistir em um elemento capaz de realizar uma análise das alternativas possíveis de forma eficiente. Isto em última instancia pressupõe o uso de computadores e de técnicas de Pesquisa Operacional.

#### 1.4 - Aumento da eficiência das recomendações via modelos matemáticos.

Alguns modelos matemáticos e simuladores, já são utilizados para obter uma maior eficiência na produção de leite, via alimentação como [BRO83] demonstrou claramente. Por outro lado, a aplicação de tais modelos a nível de campo, torna-se limitada pois os possíveis operadores, (técnicos e extensionistas) desconhecem estas ferramentas.

Como um aspecto ainda prejudicial, os modelos de simulação e modelos matemáticos desenvolvidos, não encontram-se planejados de forma a permitir uma fácil comunicação com o operador.

Assim, devido ao caráter multidisciplinar atingido pelo planejamento de um sistema de alimentação, a utilização de modelos matemáticos e conhecimentos específicos de várias áreas (nutrição animal, pastagens, rações etc...) se faz necessária.

Contudo, graças ao desenvolvimento das técnicas de construção de sistemas de apoio a decisão, torna-se possível a elaboração de um sistema que utilize todas as ferramentas necessárias e que exija um mínimo de requisitos por parte do usuário.

**OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho é o de desenvolver um sistema baseado em conhecimento para apoiar o serviço de extensão visando acelerar o ritmo das mudanças tecnológicas na área de programas de alimentação do gado leiteiro, elevando a produtividade desta atividade em Santa Catarina.

## CAPITULO 2

### 2 - CONSIDERAÇÕES SOBRE NUTRIENTES ENVOLVIDOS NA ALIMENTAÇÃO E NO SISTEMA.

Este capítulo faz alguns breves comentários sobre os principais componentes nutricionais envolvidos na alimentação do gado leiteiro, e em seguida, refere-se ao tipo de análise que é comumente utilizadas pelos técnicos e seus possíveis problemas.

#### ⇒ 2.1.1 - ENERGIA (NDT)

Nos animais jovens, a insuficiência no suprimento de energia resulta em um retardamento no crescimento e um atraso na puberdade, e na vaca leiteira resulta no declínio da produção e a perda de peso. Uma deficiência prolongada e severa de energia ocasiona disfunções no aparelho reprodutivo.

Os requerimentos de energia referidos nas pesquisas do National Research Council (NRC) que são publicadas pelo National Academic of

Science (NAS), são as quantidades necessárias para um crescimento e produção ótimo. Isto não e necessariamente representa o nível máximo de consumo possível sobre condições "ad libitum" no consumo de alimento [NRC]. Estes requerimentos são expressos em:

ED = Energia Digestível

EM = Energia Metabolizável

ELm = Energia Líquida de manutenção

ELg = Energia Líquida de ganho corporal

ELI = Energia Líquida para lactação

NDT = Nutrientes Digestíveis Totais

1 Kg de NDT = 4409 Kcal de ED

NDT - A utilização de NDT como medida energética é problemática, tendo em 1958 o NRC recomendado seu abandono uma vez que sua conceituação limita do ponto de vista nutricional. Contudo, o seu uso permanece até hoje, pois as tabelas de nutrição e de avaliação dos alimentos publicadas, continuam utilizando o NDT como medida energética [ISL84] e [NRC]. Essa medida é obtida através de ensaios de digestibilidade com animais ou estimada por métodos laboratoriais ou ainda por equações de regressão [FER83].

Neste trabalho, o uso do NDT se deve principalmente a sua disponibilidade nas análises dos alimentos, e por simplificar significativamente o processo computacional de atribuição as exigências e produções energéticas dos alimentos.

2.1.2 - PROTEKNA BRUTA (PB) - Refere-se ao teor de nitrogênio determinado no alimento e convertido ao equivalente em proteína (fator de conversão 6,25). Assim como na "energia", sua falta na dieta alimentar produz: queda no crescimento, atraso na maturação e declínio na produção de leite. Uma deficiência severa, pode também interperer uma gestação. Seu exesso aumenta consideravelmente o teor de proteínas no leite sem influenciar a quantidade de leite produzida.

A uréia e outras fontes amoniacais são comumente utilizadas para

repor o nitrogênio não absorvido devido a falta de proteínas de alguns alimentos utilizados.

2.1.3 - CÁLCIO (Ca) - O cálcio tem as seguintes funções:

A - Formação do tecido ósseo e dentário. O tecido ósseo além da função de sustentação do corpo, serve como um reservatório de outros minerais. Nos animais adultos a deficiência de cálcio causa a ostemalácia. Em razão deste fato, as vacas em lactação de alta produção sofrem facilmente de fraturas ósseas, devido a desmineralização do tecido.

B - Contração muscular. O cálcio atua no mecanismo de contração muscular e sua deficiência causa tetania (febre do leite). Esta alteração metabólica ocorre em vacas de alta produção, logo após o parto, em decorrência de uma produção insuficiente de paratormônio. Que atua na eficiência de absorção de cálcio no intestino.

C - O cálcio atua na coagulação sanguínea num processo metabólico do qual participam também a vitamina K.

D - Modulador fisiológico envolvido na liberação de hormônios. Isto não ocorre quando a vaca esta em balanço negativo de cálcio, que se traduz por um baixo nível sanguíneo de cálcio.

E - Excesso de cálcio pode trazer problemas reprodutivos em fêmeas e machos.

2.1.4 - FÓSFORO (P) - O fósforo tem importância vital para os animais. Entres outras, se relacionam as seguintes.

A - Síntese do tecido dentário e ósseo;

B - Síntese de compostos orgânicos fosfatados como ácidos nucleicos e desoxinucleicos.

C - Síntese de compostos ricos em energia como ATP, IDP, UDP .

D - Atua como equilíbrio ácido/básico, no controle do metabolismo do cálcio, etc.

Outros nutrientes não menos importantes como, magnésio, enxofre, cobalto, vitaminas, zinco e outros poderiam fazer parte da programação nutricional do sistema. Contudo a informação bromatológica na composição dos alimentos disponíveis no estado ainda não se encontra em uma forma adicionável ao sistema.

## 2.2 - PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO E RECOMENDAÇÃO DE ALIMENTOS.

Na consulta de um produtor a um extensionista, o problema da alimentação nem sempre esta bem formulado. Geralmente o produtor tem as seguintes questões sobre a alimentação: Como melhorar a minha capineira? Como dar mais ração para o gado? Ou ainda: devo fazer silagem?

Na verdade este conjunto de perguntas mal formuladas levam o técnico a resumir a questão como sendo: Qual a condição de produção de alimentos em que se encontra o produtor? e o que recomendar como alternativas?

Partindo deste enredo não muito objetivo, o técnico faz um levantamento do rebanho e da disponibilidade de forragens como veremos a seguir.

No levantamento do rebanho, são contados e classificados os animais e é feita uma transformação para a Unidade Animal (UA). Uma UA representa 450 Kg de peso vivo. A quantidade de animais pode ser obtida por dois métodos simples.

O primeiro é o somatório dos pesos dos animais e a sua divisão pela própria UA. O segundo é a classificação dos animais nas categorias estabelecidas e a sua multiplicação pela unidade animal correspondente e por fim o somatório das UA. Por exemplo:

Supondo um rebanho com 10 vacas em lactação, 3 novilhas, e 1 touro, o correspondente em UA seria, 13,50 UA.

TABELA DE CONVERSÃO PARA UNIDADES ANIMAIS	
1 touro, 1 boi de carga, 1 cavalo, 1 burro	= 1,25 UA
1 vaca em lactação	= 1 UA
1 novilha de 2 a 3 anos, 1 garrote	= 0,75 UA
1 bezerro(a) desmamado de 8 mese a 2 anos	= 0,5 UA
1 bezerro(a) mamando até 8 meses	= 0,25 UA

A disponibilidade de forragens por sua vez trata-se de uma constatação visual do pasto ou capineira e a determinação através de uma avaliação subjetiva da capacidade de suporte (lotação) da área em unidade animal.

Esta capacidade de suporte geralmente se encontra em torno de 0,5 a 3 UA/Ha. A capacidade de suporte vezes a área de cultivo determina então o número de UA aquela condição do sistema de alimentação permite.

É comum nas condições de alimentação regional, um número de UA do rebanho maior as UA de pasto. As recomendações que se encontram embasadas nesta avaliação, geralmente tem como solução um aumento da capacidade de suporte via elevação da produção de alimentos. Isto supõe um rebanho que responda a uma melhor condição de alimentação, isto é, um rebanho que tenha um potencial genético evidenciado pelo técnico, e que não esteja sendo explorado por limitação da alimentação.

Observa-se então que os elementos de natureza econômica, nutricional e ambiental que envolvem o sistema de alimentação são avaliados de uma forma empírica que pode resultar em recomendações pouco precisas devido principalmente ao tipo de informação que é passada ao técnico.

No momento da recomendação ainda torna-se difícil projetar ou

simular situações na qual o produtor poderia encontrar-se. Esta situação pode se traduzir como uma estação desfavorável a produção de alimentos, a simulação de um rebanho diferentes do atual, a simulação de cultivos alternativos, ou ainda o uso de rações.

Este trabalho tem a finalidade de proporcionar esta condição de avaliar e simular diferentes alternativas ao técnico em suas recomendações.

### 2.3 - CONCEITOS RELEVANTES NA BUSCA DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO VIA ALIMENTAÇÃO.

Na alocação de nutrientes em função dos requerimentos diários do animal, a manutenção do peso vivo e a produção de leite atual, são os dois principais fatores. Deve ser ainda considerado para complementar, a variação na composição do leite (gorduras, cálcio e outros), gestação, atividades físicas e efeitos climáticos como representa o esquema 1.

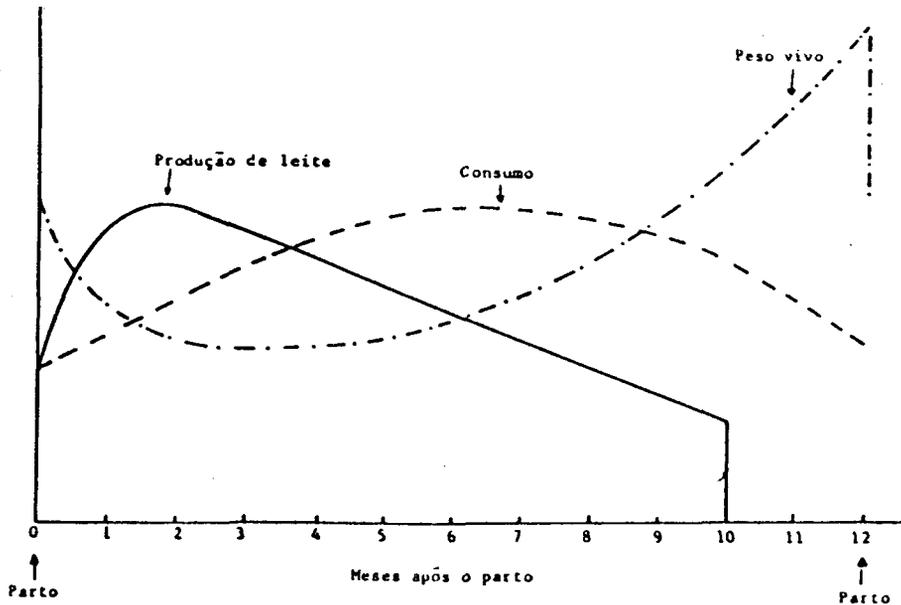
O potencial genético para produção, tem sua influencia na quantidade de alimento que é reservado à síntese de tecidos corporais e mobilização de nutrientes para atingir o potencial de produção de leite como podemos verificar na esquema 1.

Esta eficiência com que a energia metabolizável da dieta é convertida em energia líquida (leite ou tecido corporal) mantém-se em uma faixa de 65 a 70% durante a lactação. Após a lactação no entanto esta eficiência é reduzida para 30 a 60% em função somente dos tecidos corporais, e no período seco 24 a 48% segundo [SWAB1],[MAF75] e [VAN76] citados por [ASS85].

A importancia deste fato é que para um animal atingir o seu potencial de produção, alguma reserva corporal deve ser mobilizada no início da lactação [BIN76]. Pois o consumo máximo de alimentos ocorre oito semanas após o pico de lactação.

Portanto a recomposição dessa reserva é um processo necessário para a exploração máxima do potencial do animal. Devendo ser praticado preferencialmente na fase final da lactação em vez do período seco. Isto permite uma maior eficiência metabólica, o prazo e suficiente para o animal estabelecer uma condição corporal adequada ao parto [HAR80] citado por [ASS85]( grafico 1 ).

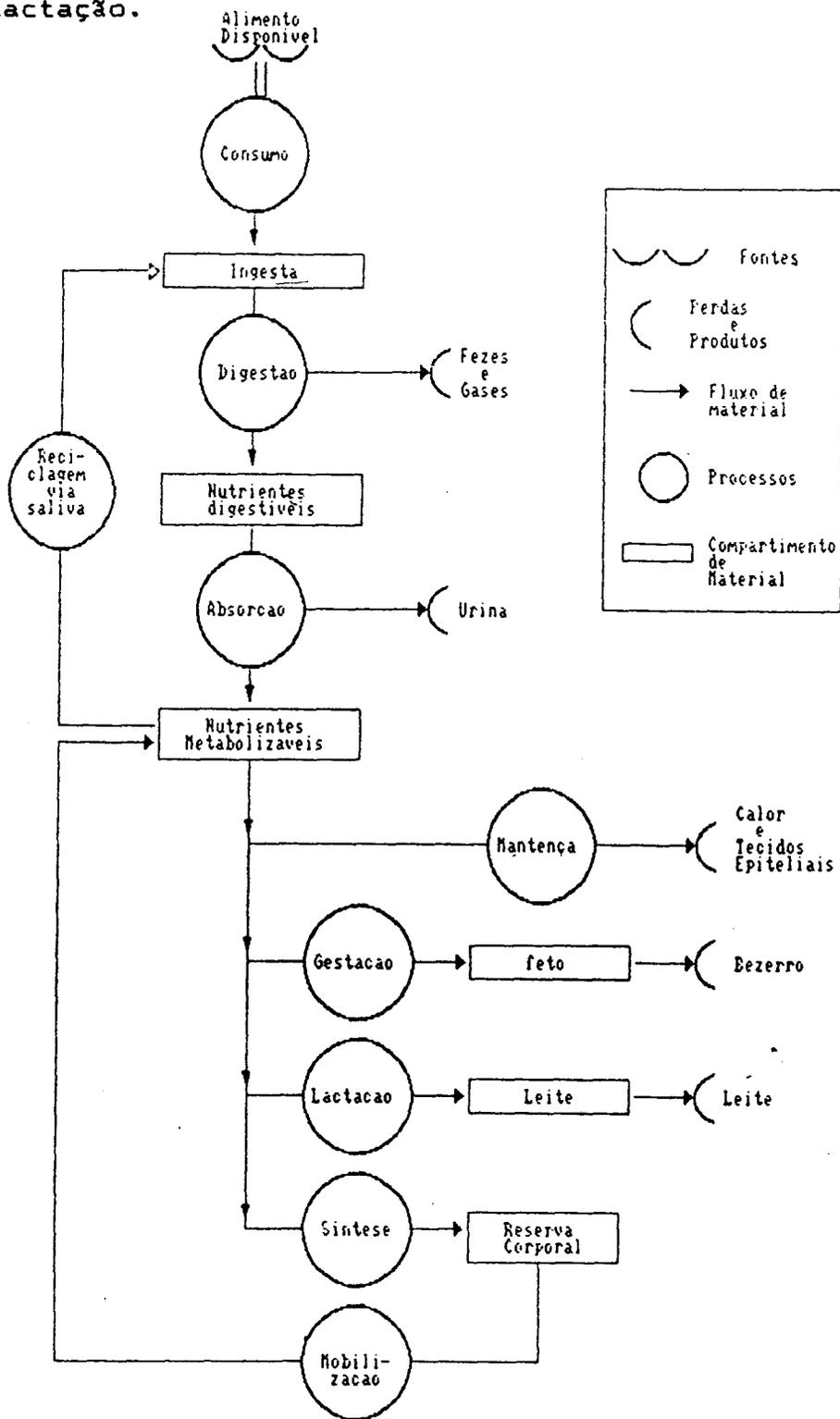
GRAFICO 1 Curvas de eficiencia metabólica



Fonte: Adaptação de Assis 1981.

Neste contexto de alcançar maiores produções, como foi descrito acima, verifica-se a importancia da alimentação e do manejo das vacas de produção. É difícil imaginar-se a disponibilidade de técnicos com todo este conhecimento e ainda outros como adubações, inseticidas, vacinas etc..., para fazer recomendações coerentes com a realidade econômica diferenciada de um grande número de produtores.

ESQUEMA 1' Mecanismo de Partição de Nutrientes em uma Vaca em Lactação.



Fonte: Adaptação de Assis 1981.

### 3 CAPITULO

#### 3.1 - ASPECTOS GERAIS DOS SISTEMAS DE APOIO A DECISÃO

No intuito de auxiliar a solução da questão levantada no final do capítulo anterior, os sistemas de apoio a decisão (SAD) encontram-se como dispositivo de fácil acesso via utilização de microcomputadores. Em função dos avanços rápidos da indústria da informática, e do desenvolvimento das técnicas de construção de SAD's, pode-se prever que, em breve, para qualquer decisão importante ter-se-á um sistema de apoio correspondente. Este ponto de vista é ainda reforçado pela queda constante dos preços reais dos microcomputadores.

Este capítulo tem a finalidade de introduzir alguns conceitos sobre a construção de SAD's, aos leitores pouco familiarizados com a idéia de que um computador pode auxiliar em decisões administrativas de forma bastante fácil.

#### 3.2 - SISTEMAS DE APOIO A DECISÃO

No processo de modelagem de sistemas reais, defronta-se com dificuldades principalmente devido a:

- A descrição completa de um sistema real requer geralmente dados em }

quantidade maior e com mais detalhamento do que o homem possa reconhecer, processar e entender simultaneamente. \*

- As situações reais geralmente são não determinísticas, portanto não podem ser descritas com exatidão.

De acordo com estes itens, nota-se a dificuldade de um decisor a fazer uma análise global do sistema e a posterior criação de um modelo utilizando linguagens matemáticas e/ou lógicas. Portanto esta modelagem deve ser inequívoca, não redundante e deve ainda capturar semanticamente os termos de importância relevantes para o modelo [ROD92]. Sómente desta forma o modelo, com tais características, torna-se uma valiosa ferramenta para apoio a tomada de decisão.

Sabe-se que os primeiros conceitos de SAD, foram formulados no início da década de 70 por MICHEL S. SCOTT MORTON sob o termo de "sistemas de decisão gerenciais" e focado ao auxílio de tomada de decisões usando modelos para resolver problemas não estruturados. Outras definições de SAD como sendo um sistema interativo que proporciona ao usuário o acesso facilitado a modelos decisórios e dados a fim de dar apoio a atividade de tomada de decisão semi-estruturada ou não estruturada [MAN84]. E ainda, como sistemas computacionais desenvolvidos com o objetivo de melhorar a eficiência dos responsáveis pela tomada de decisão como na realização de atividades semi-estruturadas [ALAB4] citados por [ROD29]. \*

Em termos gerais poderíamos caracterizar os SAD da seguinte forma segundo [SPR91].

- Os SAD tendem a ser voltados a problemas menos bem estruturados com os quais os decisores se confrontam.
- Tentam combinar o uso de modelos ou técnicas analíticas e funções tradicionais para dar acesso a informações.
- Concentram-se especificamente em recursos que facilitam o seu uso para pessoal não especializado em computação de forma interativa.
- Enfatizam a flexibilidade e adaptabilidade e para acomodar as

mudanças no ambiente e na abordagem a tomada de decisão do usuário.

No próximo ponto serão apresentados alguns conceitos de sistemas especialistas podendo-se então fazer uma análise sobre o trabalho proposto, SAD e sistemas especialistas.

### 3.3 - FATORES NA COMPOSIÇÃO DO SISTEMA

Alguns fatores principais determinam a construção deste sistema. Cada um deles foi revisado segundo a literatura disponível de forma a permitir uma concepção inicial, servindo de base para as etapas posteriores.

#### - Fatores Ambientais

→ Ambiente interno (dados relativos a propriedade).

É um conjunto de informações que tem a função de caracterizar a propriedade onde será aplicado o sistema, por exemplo: características do rebanho, cultivos para alimentação do rebanho, área utilizada e outras.

→ Ambiente externo

É a caracterização do ambiente fora da propriedade onde será aplicado o sistema, por exemplo: preço do leite pago ao produtor e ração comercial, alimentação disponível para compor uma ração doméstica e outros.

Oportunamente no decorrer deste trabalho estes fatores serão abordados mais detalhadamente para um melhor entendimento.

### 3.4 - SISTEMAS ESPECIALISTAS E SISTEMAS BASEADOS EM CONHECIMENTO

Apesar de se encaixar em uma das definições padrões de sistemas especialistas, de "duplicar com a maior semelhança a técnica de resolução de um problema, utilizando regras de um especialista" citado por Hayes em [GUM90], o sistema desenvolvido encontra-se preso as definições de um programa convencional (SAD) onde se manipulam uma grande quantidade de dados. No quadro a seguir é feita uma comparação

evidenciando a situação acima descrita.

Comparação entre processamento de  
dados e engenharia de conhecimento.

Processamento de dados.	Engenharia de conhecimento.
- representação e uso de dados	- representação e uso de
- algoritmos.	conhecimento.
- processos repetitivos.	- heurística.
- manipulação de um grande banco de dados	- processo de inferência.
	- manipulação de um banco de conhecimento.

FONTE : [WAT86]

Segundo Hertz citado por [GUM90] a Inteligência Artificial através de sistemas especialistas tem resolvido problemas antes solucionados pelos métodos de pesquisa operacional. Com esta semelhança de aplicações e objetivos, a Pesquisa Operacional ou a Inteligência Artificial permitem ao tomador de decisões a melhoria de suas ações.

O fato principal é que ambos devem construir modelos computacionais possíveis e contendo uma estrutura equivalente. De acordo com Hertz " em um futuro não muito distante os programas para diagnose ou análises para apoio a decisão serão híbridos".

Portanto para minorar a semântica envolvida no tema, neste trabalho serão utilizados alguns termos genéricos da área de "sistemas especialistas" para proporcionar uma maior facilidade na compreensão e descrição do sistema.

#### Aquisição do Conhecimento

Entre alguns métodos para obtenção de conhecimentos proposto por Buchanan conforme cita [HAY83], foi utilizado:

A - Aquisição de conhecimento através de livros, artigos e revistas técnicas sobre o assunto. O tema alimentação do gado leiteiro tem por sua vez uma ampla bibliografia, constituindo em uma base teórica para uma posterior interpretação e programação dos textos referidos.

B - Este método apresentado por [WAT86] consiste em entrevistas com o especialista. Durante a entrevista se faz uma simulação do problema a ser resolvido, e perguntas relevantes ocasionalmente são feitas estimulando e testando o especialista. Neste processo as perguntas sugerem possibilidades racionais de criação de conceitos e regras, como por exemplo:

Qual a variação na produção de forragens durante as estações ?  
 Para os cultivos perenes, a produção tem a proporção de 4:1  
 segundo as estações verão e inverno respectivamente.

Dentro deste contexto algumas técnicas de aquisição de conhecimento estão resumidas no esquema abaixo.

Técnicas para extração de conhecimento a partir de especialista  
 [GEN86]

MÉTODOS

DESCRIÇÃO

Observação local:

Assistir ao especialista resolver problemas reais.

Discussão de  
 problemas:

Explorar o tipo de dados, conhecimentos e procedimentos necessários para resolver problemas específicos.

Descrição de  
 problemas:

Solicitar ao perito que descreva protótipos de problemas para cada categoria de perguntas do domínio.

Análise de  
 problemas:

Apresentar ao perito uma serie de problemas reais para ser resolvidas com todos os passos de raciocínio.

Refinamento do sistema:	Testar a solução de um série de problemas usando regras adquiridas na entrevista.
Verificação do sistema:	Solicitar ao perito que examine e critique o próprio sistema, regras e estruturas de controle.
Validação do sistema:	Mostrar os casos resolvidos pelo perito e o sistema protótipo.

### 3.4.1 - ORGANIZAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

O conhecimento em sistemas especialistas, são informações que o programa necessita para se tornar inteligente. Geralmente estas informações são representadas por regras, redes semanticas e tambem pelo uso de "frames" (estruturas de dados representando um esterior tipo de uma situação) [WAT86].

Neste sistema em particular, o conhecimento está organizado em forma de tabelas previamente pesquisadas por por instituições e orgãos competentes. Como exemplo, pode-se citar as tabelas de exigências nutricionais do rebanho leiteiro, editado pelo NRC (National Research Council) que são revisadas periódicamente. Outro tipo de informação associadas a tabelas são as de composição dos alimentos mais utilizados na alimentação do rebanho no Vale do Itajai, publicadas pela EMPASC [RAM90].

A consulta a este tipo de conhecimento é feita através da caracterização do animal (FATO) que por sua vez está associada a uma ou duas linhas da tabela correspondente. Para exemplificar a consulta vide a representação na pagina seguinte.

FATO: Animal com 350 Kg, com produção média de 10 Kg de leite com 3,5% de gordura.

EXIGENCIA:	NDT	PB	Ca	P
manutenção(g/dia)	2850	341	14	11
produção(g/dia)	3040	820	20	17
TOTAL(g/dia)	5890	1161	34	28

Observando-se este esquema a associação animal → tabela pode ser transformada também em uma regra a partir do mesmo fato.

REGRA: SE o animal pesa 350 Kg E  
 SE tem produção média de 10 Kg de leite/dia E  
 SE a gordura do leite produzido e 3,5% .

ENTÃO a exigencia é de :

NDT	PB	Ca	P
5890	1161	34	28 g/dia

Portanto, embora esta possibilidade existisse, a opção de utilizar as tabelas em sua forma original mostrou-se mais organizada em função do grande número de regras que poderiam se produzir. Evidenciando-se que a abordagem "sistemas especialistas" poderia também ser utilizadas neste trabalho.

## CAPITULO 4

### 4.1 O SISTEMA CONSTRUIDO

Este sistema esta desenvolvido em duas linguagens de programação, PROLOG e PASCAL. Durante o aprendizado do PROLOG observou-se o potencial da linguagem em proporcionar uma maior facilidade ao processamento simbólico de conhecimentos que em outras linguagens tradicionais. Embora esta ferramenta dispusesse deste potencial, no caso a sua escolha foi determinadas em função de outros fatores:

- A - Facilidade de manipulação do sistema por parte do operador (usuário).
- B - Melhor estética de apresentação do sistema.
- C - Os procedimentos para construção de menus e janelas encontram-se prontos (TOOL BOX), restando ao programador do sistema fazer seus controles.

O PASCAL por sua vez, foi utilizado principalmente pela sua facilidade de programação orientada ao problema do tipo manipulação numérica e procedural. Os recursos gráficos do PASCAL (iguais ao PROLOG), foram também utilizados para a apresentação dos resultados de maneira a facilitar a melhor visualização destes.

## 4.2 DESCRIÇÃO E ESTRUTURA DO SISTEMA

Na tarefa de determinar o programa de alimentação ótimo (nutrir com custo mínimo), certos itens devem ser levantados, alguns servindo como banco de dados e outros fazendo parte da entrada de dados relativas ao ambiente o qual o produtor se encontra.

Como será visto neste capítulo, as informações necessárias para o extensionista não são muito diferentes das informações requeridas pelo sistema para a posterior análise (vide capítulo 2). Entretanto o sistema através da utilização de regressões, estimativas de produções, tabelas de nutrição e composição de alimentos e ainda a programação linear, proporciona recomendações rápidas, precisas. Ainda neste mesmo capítulo, além da descrição das funções de cada programa ou módulo, um exemplo tutorial será executado paralelamente demonstrando assim como são feitas as entradas e a posterior obtenção dos resultados.

Neste sistemas as escolhas das opções dos menus são feitas através da utilização das teclas de navegação e após, a tecla enter.

Esta breve descrição tem como finalidade apresentar aos leitores como transcorre o fluxo de informações deste sistema. Para isto, foram utilizados esquemas onde a visão parcial do fluxo de informações pode auxiliar para uma melhor compreensão do sistema em seu todo.

Os comentários referidos a cada um dos esquemas, servem como uma indicação para que o leitor acompanhe mais detalhadamente a descrição do sistema no decorrer deste trabalho.

O esquema 1 na página 33, representa o fluxo de informações referentes até o que se pode chamar de uma quantificação de nutrientes requeridos pelo rebanho.

Nas páginas 29 a 32 (item rebanho), são apresentadas algumas telas de interface com alguns comentários que permitem o acompanhamento da parte de entrada de dados no esquema 1.

O esquema 2 contém o fluxo de informações referentes a caracterização da propriedade. A finalidade de cada item exposto neste esquema, assim como algumas telas de interface, encontram-se nas páginas 34 a 37 (item propriedade) com seus referidos comentários.

Na página 38 (item aquisição de alimentos) é referenciada a uma descrição detalhada do esquema 3 (página 39) contendo também algumas telas de interface.

O esquema 4 tem sua descrição detalhada nas páginas 40 e 41 no item consulta individual.

No esquema 5 é apresetado o caminho dos dados referentes ao item custo e mão de obra (página 43).

É importante mencionar que todos os esquemas apresentados tem seu início no mesmo ponto (menu principal), e as informações recolhidas anexadas ao conteúdo do banco de dados então utilizadas na solução do problema. Por sua vez, as ferramentas para o encaminhamento desta solução encontram-se contidas no esquema 6.

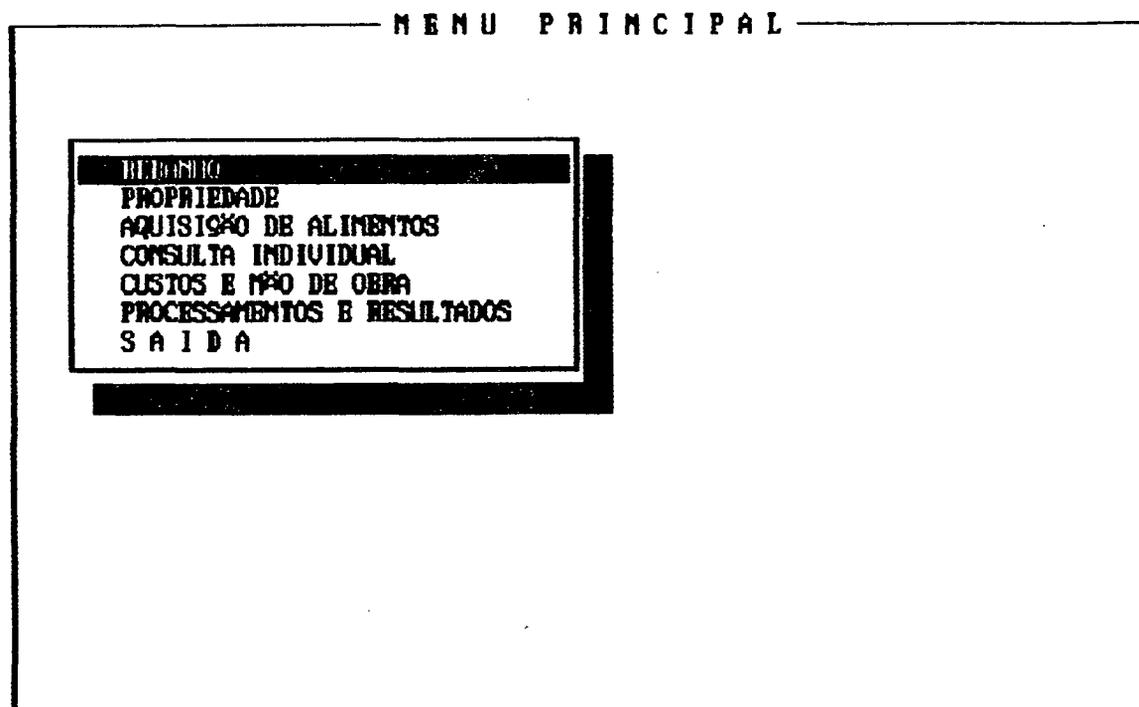
O esquema 6 demonstra o acesso aos resultados e seus diferentes tipos de análises formando então uma recomendação final em função da descrição do ambiente e rebanho atual. Este esquema encontra-se melhor detalhado nas páginas 44 a 45.

#### 4.2.1 ENTRADA DE DADOS

Neste sistema, foi utilizado o PROLOG exclusivamente para entrada de dados, na maioria das vezes na forma de menus. O menu principal (tela 1) é responsável pelo gerenciamento dos dados de entrada. Em suas opções os ambientes interno e externo são

caracterizados, para então dar-se o início das análises. Serão descritos cada um dos programas (opções do menu principal) que fazem parte da entrada do sistema.

Tela 1: Gerenciamento dos dados de entrada.



#### 4.2.1.1 REBANHO

**OBJETIVO** - Este módulo tem a função principal de caracterizar todos os animais do rebanho, ao final desde ítem o esquema 1 é apresentado podendo-se observar como transcorre o fluxo de informações.

**Classificação dos animais** - Os animais do rebanho são separados entre sete classes diferentes segundo suas características principais (tela 2).

Após esta classificação são feitas as perguntas relevantes em cada classe e por animal, tendo como objetivo a representação de forma realista de cada animal e por consequência do rebanho.

Esta abordagem individual segundo [BR083] é essencial para a representação de pequenas unidades de produção, onde as variações biológicas entre os animais são relativamente maiores e mais importantes de que em unidades de produção de médio e grande porte.

Tela 2: Caracterização do rebanho

**CARACTERÍSTICAS DO REBANHO**

**VACAS EM PRODUÇÃO**

**VACAS GESTANTES ( 7<sup>º</sup> AO 9<sup>º</sup> MES )**

**VACAS SECAS**

**ANIMAIS DE 2 A 3 ANOS**

**ANIMAIS DE 1 A 2 ANOS**

**ANIMAIS DE 0 A 1 ANOS**

**REPRODUTORES**

**LISTAGEM E/OU DESCARTES DO REBANHO**

**S A I D A**

As telas 3 e 4 demonstram o grau da avaliação que será perguntado no sistema.

Listagem e/ou descarte - Ainda neste módulo pode-se listar o rebanho classe a classe, e também fazer o descarte de animais com facilidade, proporcionando ao usuário um controle na sua entrada de dados, e a simulação de rebanhos de tamanho e composição diferentes (vide oitava opção tela 2).

Antes dos comentários referidos ao próximo item, vale apenas destacar a pergunta sobre o potencial de produção das vacas em lactação. Esta pergunta tem o objetivo de resgatar da análise, a quantidade ideal de alimentos a serem produzidos, atingindo

portanto o potencial contido no rebanho que eventualmente não pronunciado pela má condição nutricional em que se encontram os animais. Oportunamente animais de produção e inferiores a 350 Kg podem existir, porém as tabelas de nutrição disponíveis iniciam a partir de 350 Kg.

Tela 3 Caracterização das vacas em produção.

**U A C A S   E M   P R O D U Ç Ã O**

< Esc > Sair

Identificacão : 101

1º LACTAÇÃO	TEOR DE GORDURA	PESO DO ANIMAL
2º LACTAÇÃO	2,5 %	350 Kg
OUTRAS	3,0 %	400 Kg
	4,0 %	450 Kg
	4,5 %	500 Kg
	5,0 %	550 Kg
	5,5 %	600 Kg
	6,0 %	650 Kg
		700 Kg
		750 Kg
		800 Kg

Produção (litros) : 15

Potencial de prod.: 20

Tela 4 Caracterização dos animais de 1 a 2 anos

ANIMAIS DE 1 A 2 ANOS

< Esc > Sair

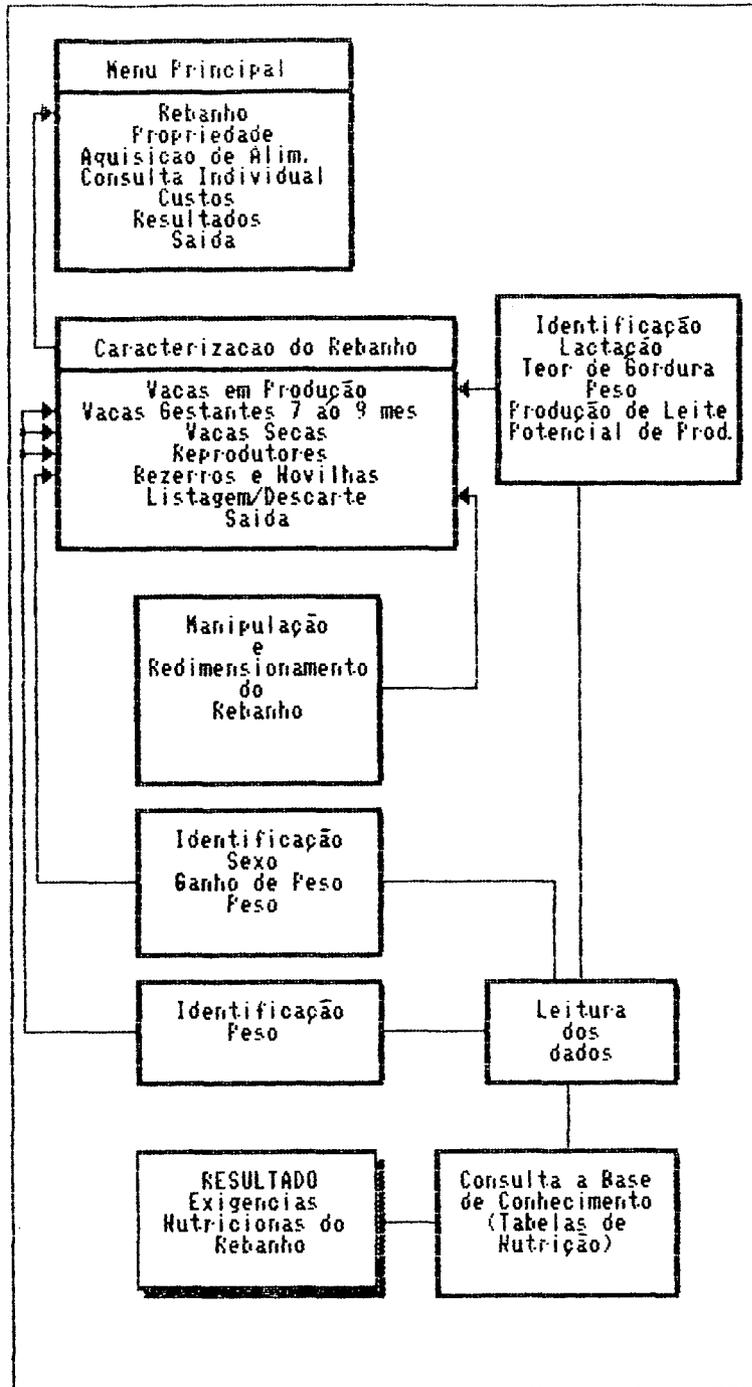
Identificação : abc

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: black; color: white; padding: 2px;">FÊMEA</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">MACHO</td></tr> </table>	FÊMEA	MACHO	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: left; padding: 2px;">GANHO DE PESO (Diário)</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">300 g</td></tr> <tr style="background-color: black; color: white;"><td style="padding: 2px;">400 g</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">500 g</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">600 g</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">700 g</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">800 g</td></tr> </table>	GANHO DE PESO (Diário)		300 g	400 g	500 g	600 g	700 g	800 g	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: left; padding: 2px;">PESO</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">200 Kg</td></tr> <tr style="background-color: black; color: white;"><td style="padding: 2px;">250 Kg</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">300 Kg</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">350 Kg</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">400 Kg</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">450 Kg</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">500 Kg</td></tr> </table>	PESO		200 Kg	250 Kg	300 Kg	350 Kg	400 Kg	450 Kg	500 Kg
FÊMEA																					
MACHO																					
GANHO DE PESO (Diário)																					
300 g																					
400 g																					
500 g																					
600 g																					
700 g																					
800 g																					
PESO																					
200 Kg																					
250 Kg																					
300 Kg																					
350 Kg																					
400 Kg																					
450 Kg																					
500 Kg																					

Na tela 4 demonstra-se o grau de avaliação que é requerido pelo sistema para os animais de 1 a 2 anos. A exemplo deste as classes animais 0 a 1 ano e 2 a 3 anos exigem a mesma quantidade de informação.

No esquema 1 a seguir, pode-se observar que após a caracterização do rebanho ocorre então uma consulta a tabelas de nutrição, proporcionando uma precisão importante para obtenção dos resultados.

ESQUEMA 1



FLUXO DE INFORMAÇÕES REFERENTES AO REBANHO.

## 4.2.1.2 PROPRIEDADE

OBJETIVO - Levantamento dos cultivos e áreas que produzem alimentos destinados a alimentação do rebanho.

Cultivos - Neste módulo foram listados apenas oito cultivos dos considerados comuns e/ou alternativos na região de estudo, Vale do Itajaí e litoral de Santa Catarina (tela 5).

Tipo de Solo - Esta pergunta tem o cunho de ampliar as alternativas de estimativas de produção de cada cultivo. O técnico deve considerar não somente o solo, mais também tratos culturais, adubações etc... que influenciarão na estimativa de produção. Portanto o usuário deve considerar estes fatores conferindo uma melhor representação dos cultivos existentes.

Tela 5 Entrada de dados referente a alimentos produzidos na propriedade.

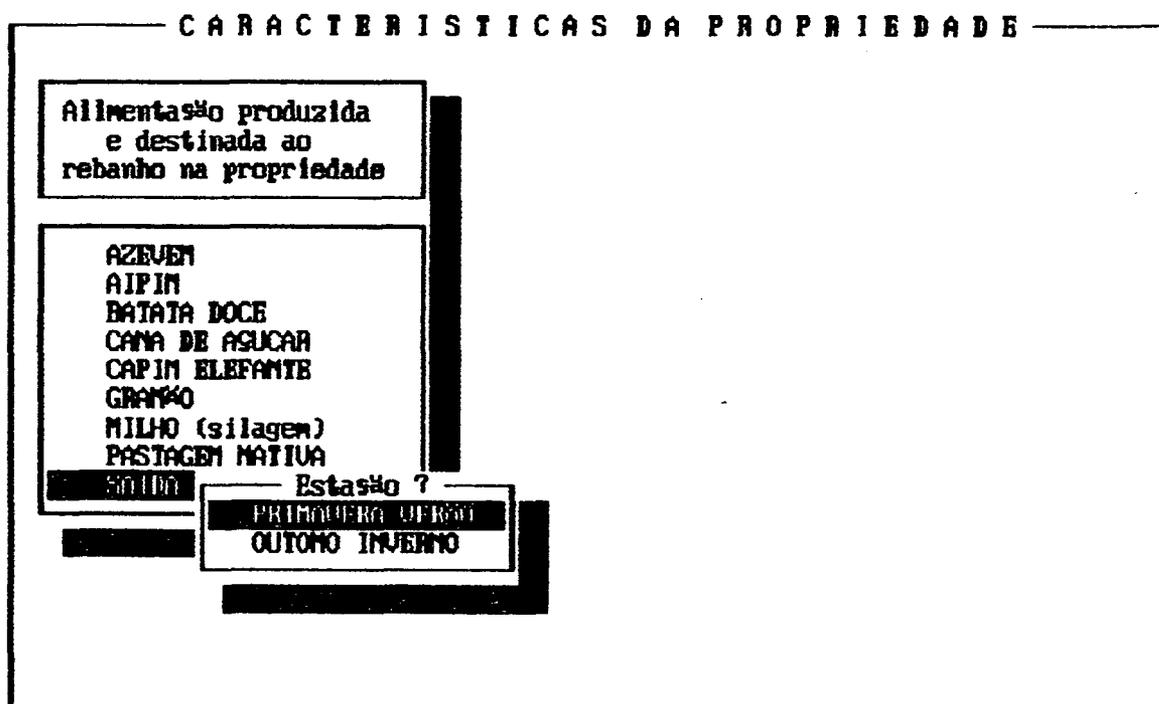
**CARACTERISTICAS DA PROPRIEDADE**

Alimentação produzida e destinada ao rebanho na propriedade	
AZEVIEN AIPIM BATATA DOCE CANA DE AÇUCAR <b>GRAMA FORRAGEIRA</b> GRAMA MILHO (silagem) PASTAGEM NATIVA SAIDA	SOLO <b>BOM</b> MEDIO FRACO
Área de cultivo (ha) : 2	

Área Cultivada - Tem a finalidade de determinar principalmente as disponibilidades dos nutrientes de origem interna (da propriedade), e também a lotação animal e área total disponível para utilização em outros módulos de análise.

Estação - A entrada da estação atual no caso de uma análise da condição atual do sistema é essencial para uma projeção de alimentos na propriedade. Principalmente pela sua grande variação no decorrer do ano (4:1 primavera, verão :outono, inverno), determinando uma oscilação na disponibilidade de nutrientes (tela 6).

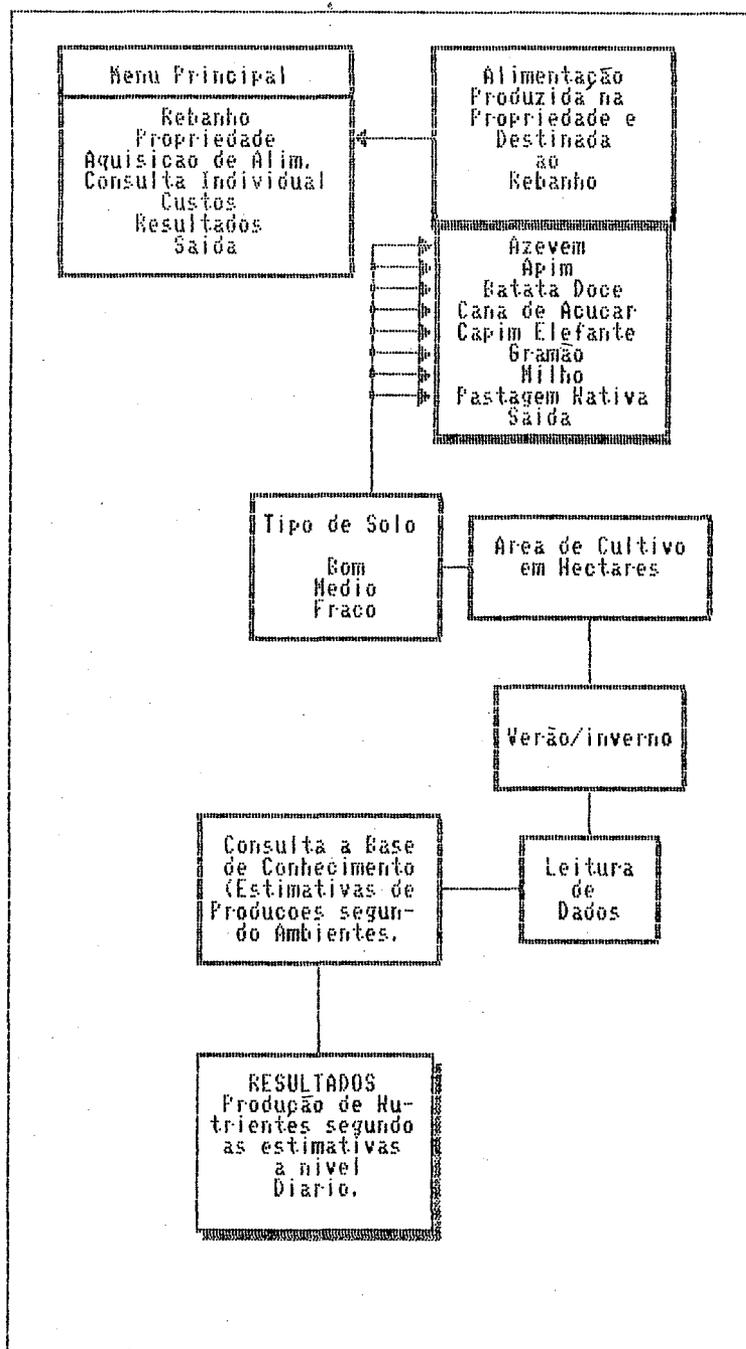
Tela 6 Caracterização da estação do ano



Portanto neste módulo "propriedade" o usuário tem a facilidade de dimensionar e alocar cultivos que lhe permitem obter uma estimativa sobre o potencial de produção de nutrientes nas estações consideradas. O Cultivo, Tipo de Solo e Estação, proporcionam ao usuário 48 opções para o planejamento da alimentação do rebanho.

O esquema 2 demonstra as possíveis opções de cultivos e as informações relevantes para que através de uma consulta a base de conhecimento (produções estimadas pela pesquisa) possa-se estimar uma produção de nutrientes a nível diário.

## ESQUEMA 2



FLUXO DE INFORMAÇÕES REFERENTES A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS NA PROPRIEDADE.

## 4.2.1.3 AQUISIÇÃO DE ALIMENTOS

OBJETIVO - Levantamento dos alimentos disponíveis no mercado e seu custo por quilo.

O programa em sua base de dados contem uma lista de 25 opções que adicionadas as suas respectivas subopções somam um total de 75 tipos de alimentos diferentes. A mesma base de dados carrega ainda as respectivas composições nutricionais de cada alimento em termos de Materia Seca, Nutrientes Digestíveis Totais, Proteína Bruta, Cálcio e Fósforo (tela 7).

Através da escolha dos alimentos e seus respectivos preços de mercado, o sistema constrói um banco de dados contendo: Tipo de alimento, Composição nutricional e Preço. Estes dados serão utilizados para formulação de uma ração alternativa de menor custo.

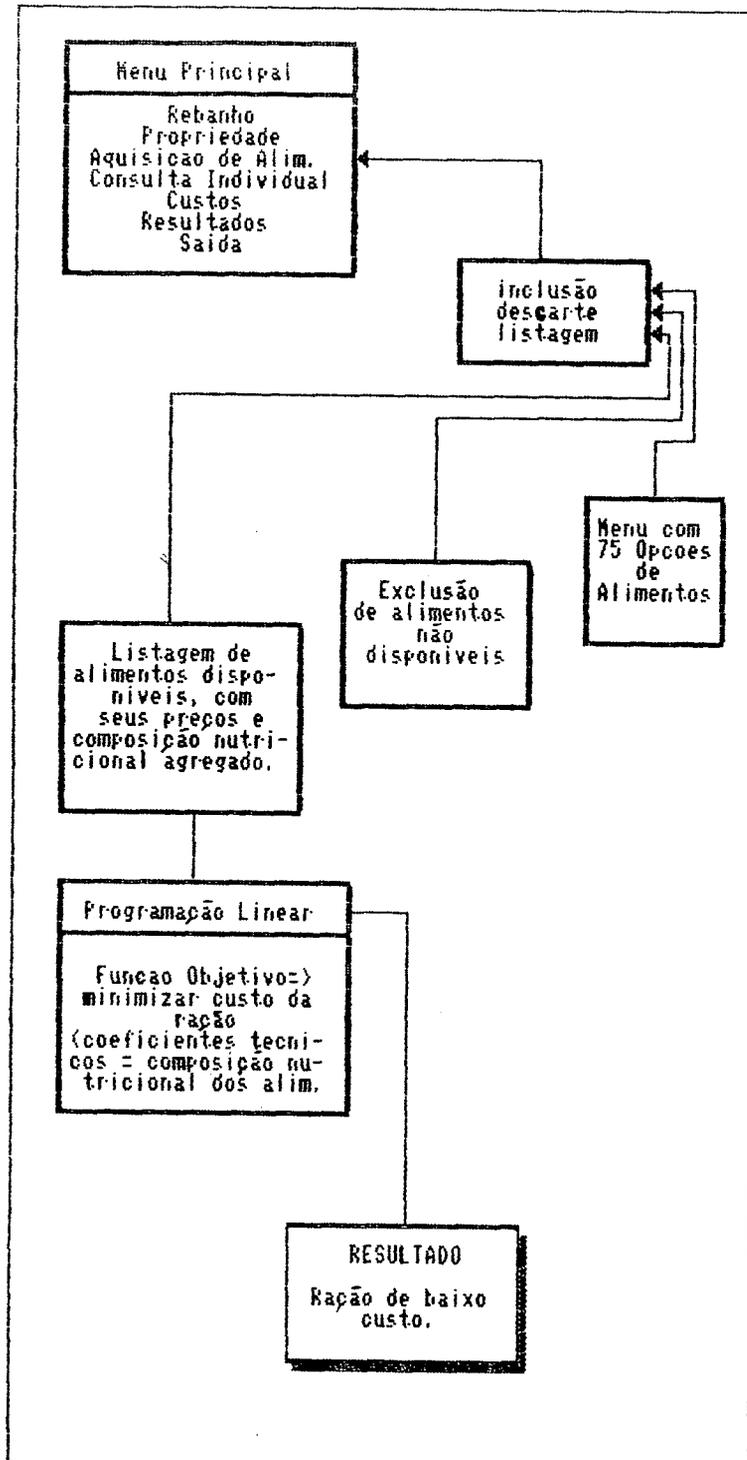
Tela. 7 Menu de gerenciamento de inclusão de alimentos para formulação de uma ração alternativa.

INCLUSÃO ALIMENTOS

<p style="text-align: center;">ALIMENTOS</p> <p>GUANDU ( Cajanus cajan )</p> <p>MELASOS</p> <p>MILHO</p> <p>PAST. NATURAL ( Axon.+Pasp. )</p> <p><b>SOLU</b></p> <p>SORGO</p> <p>TRIGO</p> <p>SUPLEMENTO MINERAL</p>	<p>QUAL É A DIETA ? &lt;Esc&gt;-Sair</p> <p>SILAGEN</p> <p>GRÃO</p> <p><b>FARELO SOLU, 46%</b></p> <p>FARELO SOLU, 46%</p> <p>FARELO SOLU, 48%</p>	<p style="text-align: right;">Composição</p> <p>Materia Seca : 89</p> <p>Nut. Dig. Totais : 72</p> <p>Proteína Bruta : 44.1</p> <p>Calcio ( Ca ) : 0.36</p> <p>Fosforo ( P ) : 0.75</p> <p>Preço/kg : 600</p> <p>Quantidade : 60</p>
--	--	---

O esquema 3 permite auxiliar a observar como é formada a matriz de coeficientes técnicos para programação linear.

ESQUEMA 3



FLUXO DE INFORMAÇÕES REFERENTES AOS ALIMENTOS  
ADQUIRIDOS PARA PRODUÇÃO DE UMA RAÇÃO ALTERNATIVA.

4.2.1.4 CONSULTA INDIVIDUAL

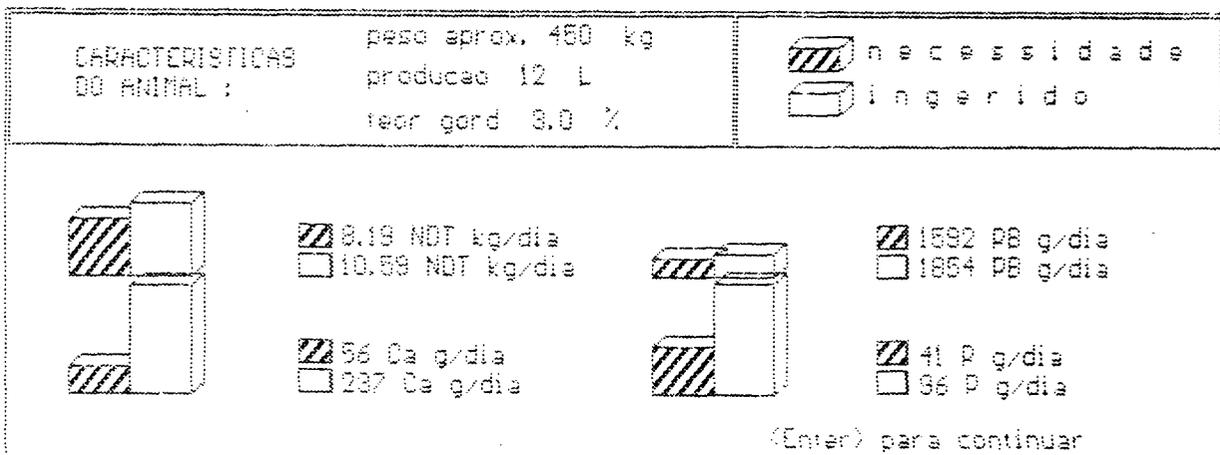
OBJETIVO - Averiguar as exigencias nutricionas de uma vaca em produção ou em gestação (sétimo ao nono mês), e comparar com os nutrientes ingeridos.

É conveniente a utilização deste módulo quando no rebanho existem animais de potencial produtivo não explorado. Segundo [AG088] a busca da produtividade individual no rebanho é imperiosa para elevar a eficiência técnica e econômica da atividade.

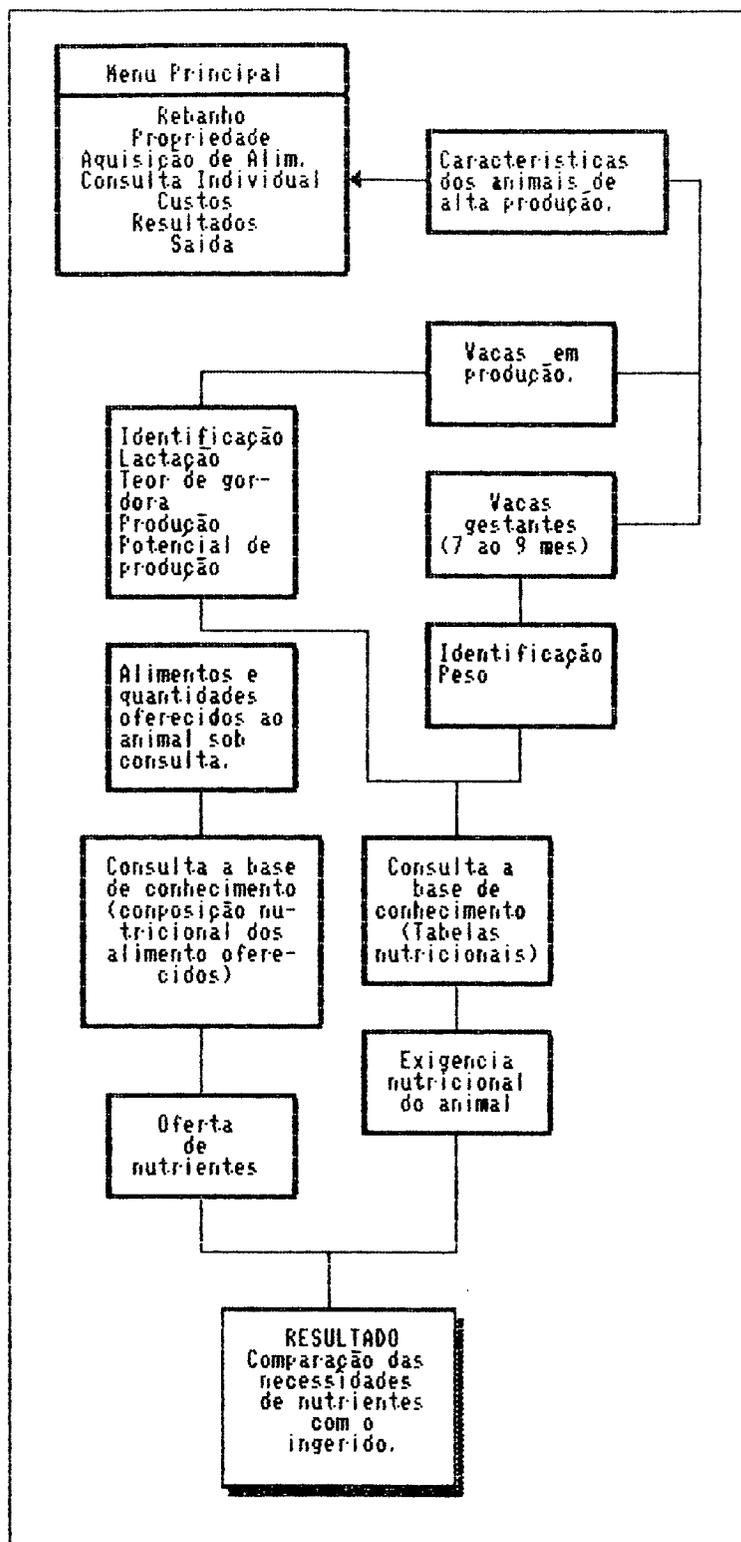
Neste módulo pode-se averiguar se o nível nutricional exigido pelo animal é atingido de acordo com sua alimentação. A alimentação por sua vez é simulada através de uma escolha de alimentos contidos no mesmo item anterior e também a quantidade fornecida.

Alguns resultados são apresentados na tela 8 para ilustração do módulo descrito. Com o resultado obtido neste exemplo, pode-se averiguar que este animal ingere quantidades necessárias de NDT e Proteína Bruta, e quantidades superestimadas de Fosforo e Cálcio.

Tela 8 Comparação das exigencias nutricionas de uma vaca em produção e quantidades nutrientes ingeridos.



ESQUEMA 4



FLUXO DE INFORMAÇÕES REFERENTES E CONSULTA INDIVIDUAL.

O esquema 4 utiliza o conceito aplicado em todo sistema, cada animal tem sua necessidade específica de nutrientes, que é estabelecida após a caracterização do animal e a consulta das tabelas de nutrição. No esquema também pode-se verificar a possibilidade da escolha e oferta de alimentos para a comparação posterior.

#### 4.2.1.5 CUSTOS E MÃO DE OBRA

OBJETIVO - Atualizar as estimativas utilizadas nos programas que fornecem os resultados.

O preço do leite pago ao produtor e o custo da ração comercial (geralmente o preço do Kg de milho) são solicitados para sua utilização posterior referente ao uso de ração comercial ou não (vide item economicidade no uso de rações).

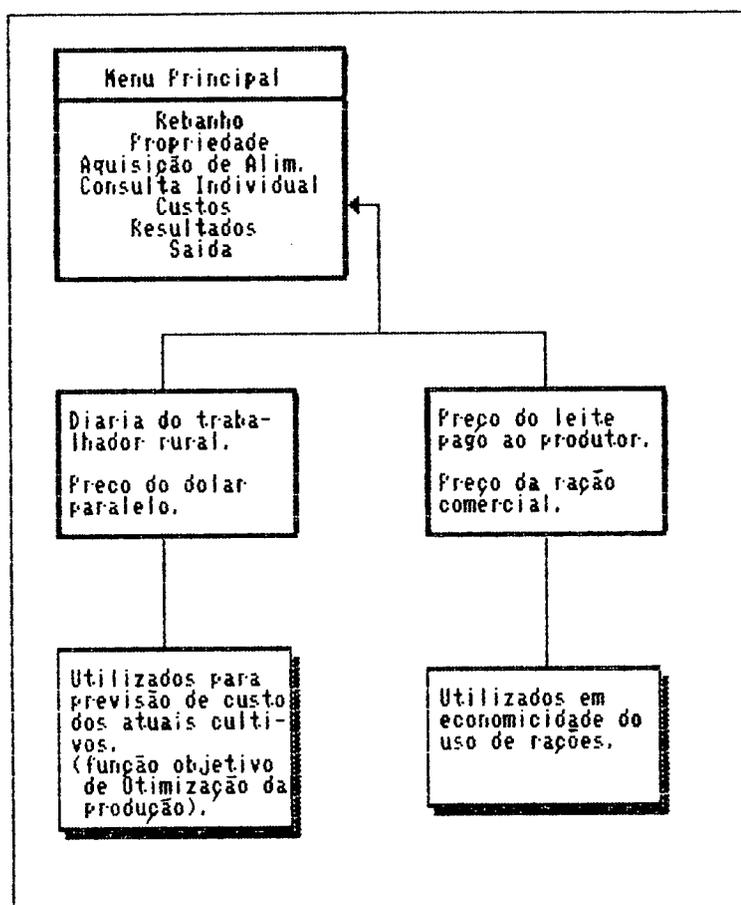
Tela 9 Entrada de dados relativa a custos.

CUSTOS E MÃO DE OBRA	
Preço do leite pago ao produtor	: 1200
Diaria do trabalhador rural	: 13000
Preço da ração comercial/Kg	: 1100
Preço do dolar paralelo	: 5500

Ainda é pedido o preço do dolar (paralelo) e o custo da diaria do trabalhador rural, para cálculos de regressões simples auxiliando as estimativas de: custo/Ha de cada cultivo utilizado e custo variável / animal de produção/dia (com uso de ração e sem ração) tela 9

No esquema 5 observa-se a utilização dos dados recolhidos.

#### ESQUEMA 5

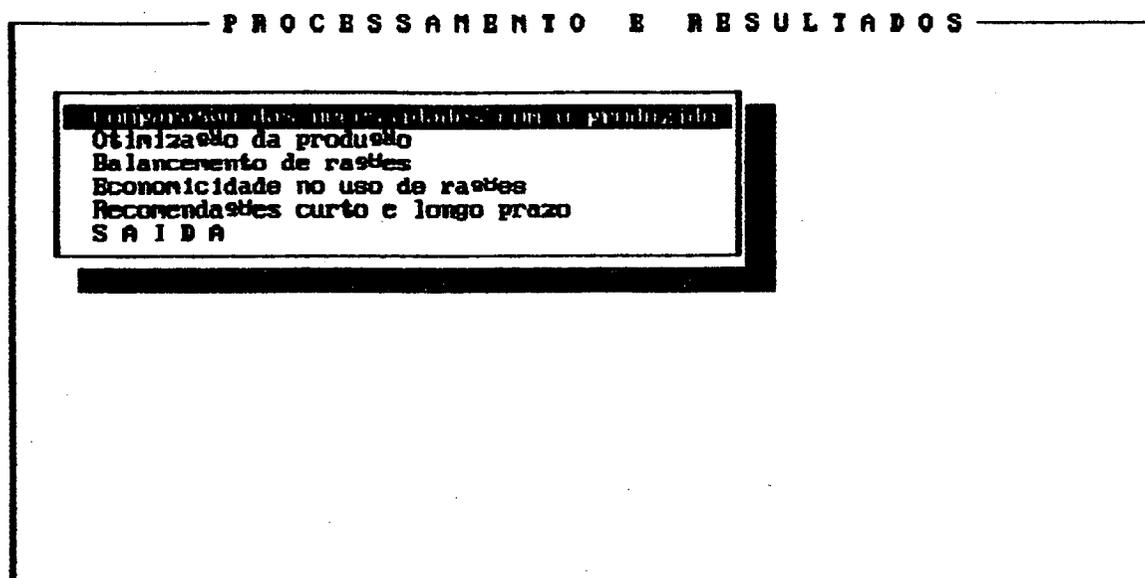


FLUXO DE DADOS REFERENTES A PROJEÇÕES DE CUSTOS PARA UTILIZAÇÃO POSTERIOR.

#### 4.1.2.6 PROCESSAMENTO E RESULTADOS

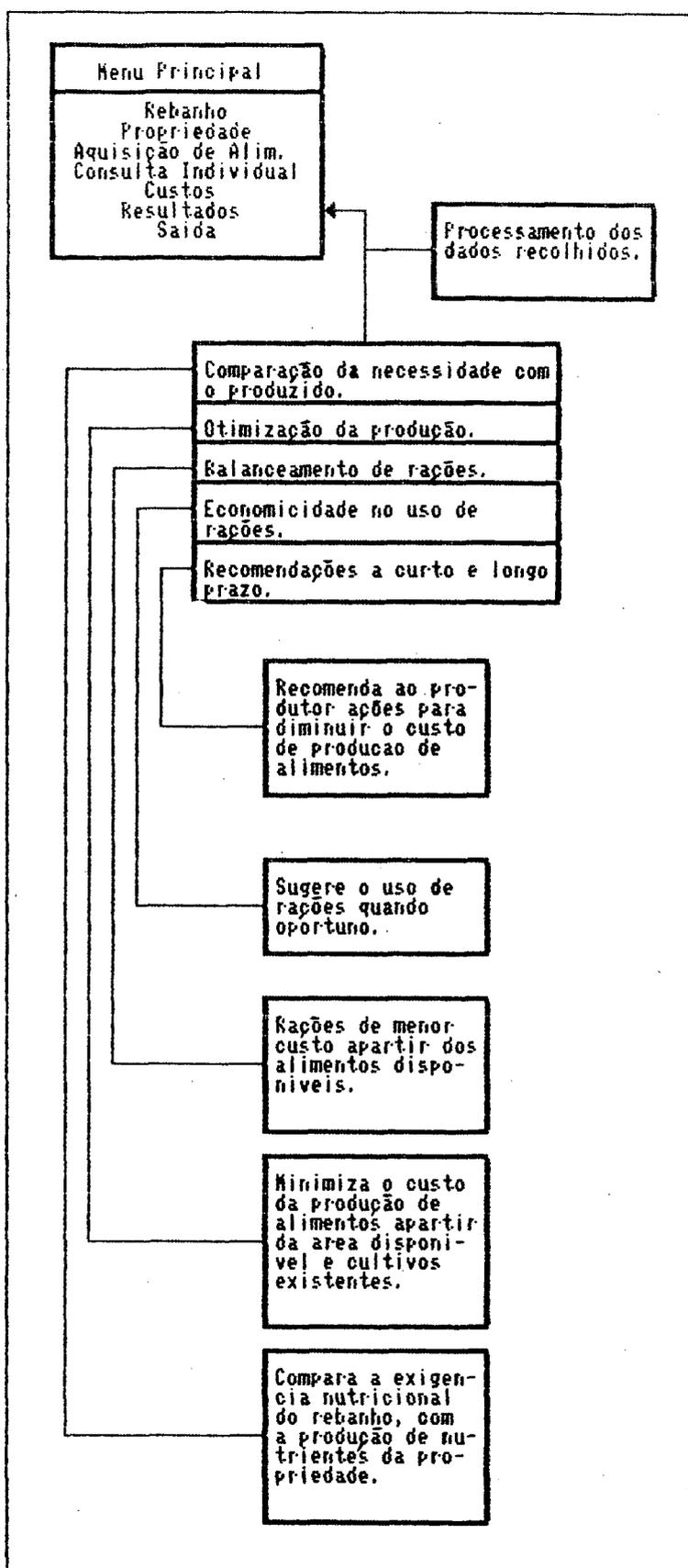
OBJETIVO - Gravar todos os dados obtidos nas entradas, e dar acesso aos programas que efetuarão a análise do sistema atual de produção de alimentos para o rebanho, vide tela 10.

Tela 10 Menu para gerenciamento dos programas para obtenção dos resultados.



No esquema 6 observa-se como são chamadas as recomendações (resultados) do sistema. Nos próximos itens serão apresentados os mecanismos que inferem aos resultados.

ESQUEMA 6



Obtenção de resultados.

#### 4.2.2 OBTENÇÃO DOS RESULTADOS

A análise dos dados de entrada neste sistema, foram programadas na linguagem PASCAL. Os resultados estão divididos em 4 programas que fazem parte da última opção anteriormente descrita (processamento e resultados).

Através de um menu (tela 10) o usuário executa programas que demonstram alguns resultados de análise dos sistema de alimentação atual, e em seguida retorna a mesma tela, dando a opção para execução de outro programa interpretando ou auxiliando na avaliação do sistema de alimentação. Nos próximos itens serão descritos os programas que encaminham ao resultado.

##### 4.2.2.1 COMPARAÇÃO DAS NECESSIDADES COM O PRODUZIDO

**OBJETIVO** - Determinar as quantidades de nutrientes produzidos na propriedade e, as quantidades de nutrientes exigidas pelo rebanho a nível diário.

O módulo inicia com uma leitura de dados (arquivo tipo texto) gravados pelo PROLOG em função das entradas feitas no "rebanho e propriedade". Após a leitura do arquivo rebanho, o programa determina através de uma busca e consulta nas tabelas de nutrição, o correspondente (NDT, PB, Ca, P), a cada um dos animais registrados anteriormente.

A classe vacas em lactação, por sua vez, recebe atenção cuidadosa no sentido de determinar sua exigência para atingir o potencial máximo produtivo (pico de lactação). Ao consumo de energia (NDT) do rebanho foi adicional um acréscimo de 20%. Este acréscimo está relacionado a:

→ Na determinação dos requerimentos de energia pelo NRC (National Research Council), os animais encontram-se estabelecidos, portanto não havendo dispêndio de energia para movimentação.

→ Segundo [ISL84], as necessidades de manutenção quando os animais

são alimentados em grupo aumentam 10% devido a competição.

→ Caminhadas longas conduzem a um acréscimo nas necessidades de manutenção de aproximadamente 3% das necessidades por quilometro [ISL84].

⇒ Efeito ambiental, relacionado com temperaturas baixas e/ou chuvas. Este efeito faz com que os animais desabrigados, necessitem de uma maior quantidade de energia para a manutenção da temperatura corporal.

Após a determinação dos requerimentos nutricionais do rebanho, o programa passa a estimar a produção diária de alimentos. Os alimentos no caso são referidos pela linguagem técnica de matéria verde. Estas estimativas foram auxiliadas pelo trabalho de [SEI90] que através da condução de pesquisas e experimentos determinou as produções médias por hectare na região específica (Vale do Itajaí e Litoral de SC), para os cultivos utilizados no sistema.

Por fim estas estimativas são traduzidas as unidades condizentes aos requerimentos nutricionais, ou seja, energia (NDT), proteína bruta, cálcio e fósforo por dia nas estações determinadas (primavera verão e outono inverno). Alguns destes resultados encontram-se apresentados nas telas 11 , 12 e 13.

Deve-se destacar que os valores de produção de nutrientes de cultivo/Ha e os requerimentos nutricionais do rebanho total, (incluindo pico de lactação) serão utilizados nos próximos módulos.

Tela 11 Listagem do rebanho, cultivos e estimativas de matéria seca produzida.

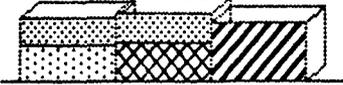
REBANHO	CULTIVOS	MAT. SECA
total animais : 20	batata doce : 2.00 Ha	16 Kg ms/dia
vacas em producao : 9	capim elefante: 2.00 Ha	144 Kg ms/dia
vacas gestantes : 1	pasto nativo : 2.00 Ha	112 Kg ms/dia
vacas secas : 1		
animais de 2 a 3 anos: 0		
animais de 1 a 2 anos: 6		
animais de 0 a 1 ano : 1		
reprodutores : 2		

<Enter> para continuar

Tela 12 Comparativo da oferta e exigencia de NDT do rebanho.

NECESSIDADE DIARIA DO REBANHO,  
E OFERTA DIARIA DE NDT.

	v. lac. para producao maxima: 89.2 Kg ndt/dia
	v. em lac. para producao atual: 77.1 Kg ndt/dia
	rebanho restante: 62.1 Kg ndt/dia
	oferta da propriedade: 126.1 Kg ndt/dia



<Enter> para continuar

Tela 13 Comparativo entre oferta e exigencia de proteina bruta.

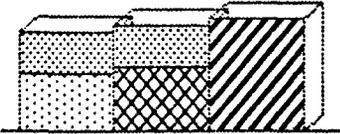
NECESSIDADE DIARIA DO REBANHO,  
E OFERTA DIARIA DE PROTEINA BRUTA.

 v. lac. para producao maxima: 13825.8 g pb/dia

 v. em lac. para producao atual: 12451.3 g pb/dia

 rebanho restante: 8816.0 g pb/dia

 oferta da propriedade: 24391 g pb/dia



<Enter> para continuar

#### 4.2.2.2 BALANCEAMENTO DE RAÇÕES

**OBJETIVO** - Determinar através da disponibilidade de alimentos, uma ração alternativa para vacas em lactação de custo mínimo.

A programação linear hoje é o instrumento de Pesquisa Operacional mais comumente empregado na resolução prática de problemas decisórios de certa complexidade. Neste trabalho, a programação linear tem uma importancia prática relevante, que se constitui em uma base computacional algoritmica para solucionar os problemas de composição de rações e otimização da produção de nutrientes.

Esta utilização é feita em sua forma geral onde, a função objetivo é minimizar custos segundo as restrições e variáveis (lineares) impostas pelo problema. Dois modelos diferentes foram utilizados neste trabalho para obtenção de alguns resultados como veremos a seguir.

Na formulação de rações o modelo proporciona ao usuario a dosagem de alimentos para compor uma ração para vacas em lactação. Devido ao fato de que uma grande quantidade de alimentos

disponíveis não conter concentrações elevadas de nutrientes, o modelo utilizado não delimita o peso da ração para 1 Kg. Isto proporciona por vezes, concentrações mais baixas do que a recomendada. Neste sentido o programa adverte ao usuário, quando necessário, a utilização de fontes de maior concentração de nutrientes de custo baixo para que a ração proposta tenha sua concentração mais equilibrada.

O modelo utilizado é seguinte :

função objetivo:

$$\text{MIN} \quad \sum_{i=1}^n \text{custo}_i Q_i$$

custo = custo/Kg do ingrediente

restrições:

$Q_i$  = quantidade do ingrediente  $i$   
na ração.

$$\sum_{i=1}^n \text{NDT}_i Q_i \geq 0,7$$

NDT, PB, Ca, P = concentração

$$\sum_{i=1}^n \text{PB}_i Q_i \geq 0,15$$

de nutrientes no ingrediente  $i$ .

$$\sum_{i=1}^n \text{Ca}_i Q_i \geq 0,05$$

$$\sum_{i=1}^n \text{P}_i Q_i \geq 0,03$$

$$Q_i \geq 0$$

Este artifício fez-se necessário para que o sistema nunca deixe de obter uma solução viável, conscientizando o usuário do potencial da ração recomendada, (vide tela 14 e 15).

O modelo apresentado encontra-se encaixado no programa principal que inicia fazendo uma leitura de dados do arquivo que contem os alimentos disponíveis, preços e composição nutricional. Deve-se ressaltar que este procedimento de otimização foi dimensionado para manipular até 16 alimentos diferentes na formulação da ração.

Tela 14 Listagem de alimentos disponíveis e seus preços.

ALIMENTOS	PREÇOS	MAT. SECA	NDT/Kg
TOTAL DE ALIMENTOS : 7			
SOJA FARELO SOLU. 44% PTN	1200.00	89.00	0.6408
ALGODAO SEMENTE	300.00	93.00	0.8463
CANA DE AUCAR MEDIA ANUAL	100.00	24.50	0.1237
CAMA DE AVIARIO	500.00	84.50	0.9101
MELAOS BETERRABA Mn 79 BRIX	300.00	77.00	0.4466
SOJA FARELO SOLU. 48% PTN	236.00	89.00	0.6408
MILHO MEDIA ANUAL	234.00	23.50	0.1398

<Enter> para continuar

Os preços dos alimentos por Kg serão utilizados para formar a função objetivo, e a composição nutricional dos alimentos preencherá os coeficientes técnicos da matriz. Os limites inferiores na concentração de nutrientes da ração (RHS: right hand side), foram previamente fixados neste modelo. Estes limites são intermediários adequando-se a maioria dos casos da região. A tabela de composição de rações para vacas leiteiras do NRC e foi utilizada e em seguida na tela 15 a demonstração de alguns resultados.

## COMPOSIÇÃO DE RAÇÃO PARA VACAS EM LACTAÇÃO

concentração de nutrientes na matéria seca	peso Kg	produção diária de leite (Kg)			
	≥ 400	<8	8-13	13-18	>18
500	<11	11-17	17-23	>23	
600	<14	14-21	21-29	>29	
≥ 700	<18	18-26	26-35	>35	
N D T %		63	67	71	75
P B %		13	14	15	16
Ca %		0,43	0,48	0,54	0,60
P %		0,31	0,34	0,38	0,40

Fonte: adaptado do NRC 1978.

Tela 15 Ração sugerida pelo sistema e seu custo.

COMPOSICAO DA RACAO DE CUSTO MINIMO			
CAMA DE AVIARIO	:	0.022 Kg	
SOJA FARELO SOLU. 48% PTN	:	1.082 Kg	
		CUSTO / Kg DE RACAO	
		266.23	peso : 1.104 Kg
composicao nutricional			
NDT	PB	Ca	P
700.000g	465.491g	5.000g	7.655g
<Enter> para continuar			

A utilização prática deste módulo esta relacionada, com a economicidade do uso de rações. Este módulo tem como finalidade auxiliar o técnico a recomendar uma ração que seja de menor custo quando compara da a ração comercial e ao preço do leite pago ao produtor. Nestas condições a ração proposta pode ser fornecida.

#### 4.2.2.4 OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

**OBJETIVO** - Atender as necessidades nutricionais do rebanho, otimizando a área disponível com os cultivos já existentes.

Este módulo do sistema processa todas as entradas referentes a propriedade e rebanho. Ao iniciar, o programa lê os arquivos referidos acima e também o arquivo contendo os dados sobre preço do dolar no paralelo e custo da diaria do trabalhador rural. Estes dados são utilizados na estimativa de custo por hectare de cada um dos cultivos que compõe o menu características da propriedade (anexo 2).

Esta estimativa, por sua vez, é utilizada na função objetivo para minimizar o custo de produção de nutrientes (NDT, PB, Ca e P).

Os coeficientes técnicos da matriz são fornecidos pela estimativa de produção de matéria seca. Ou seja, para cada cultivo em seu determinado tipo de solo e estação, existe uma previsão de produção de matéria seca, que é transformada para as unidades correspondentes: Kg de NDT/Ha/dia, gramas de PB/Ha/dia, gramas de Ca/Ha/dia e gramas de P/Ha/dia. Os limites inferiores de produção são determinados pela necessidades do rebanho já calculadas no módulo "Comparação das necessidades com o produzido". Deve-se lembrar que neste calculo foi acrescentado 20% das necessidades de NDT (energia) para locomoção e outros fatores já mencionados.

O modelo de programação linear utilizado, se restringe a indicar qual a área de cada cultivos pré-existentes que proporcionaria o menor custo de produção de nutrientes. A consulta a este módulo permite a verificação de até 5 cultivos diferentes para obtenção da recomendação descrita anteriormente.

Em seguida será apresentado o modelo e alguns comentarios que justificarão a utilização deste.

função objetivo:

$$\text{MIN} \quad \sum_{i=1}^n \text{custo } X_i + \sum_{j=1}^n (\text{custo} \times 25) Y_j$$

restrições:

$$\sum_{i=1}^n \text{prod NDT}_i X_i + \sum_{j=1}^n \text{prod NDT}_j Y_j \geq \text{NDT requerida}$$

$$\sum_{i=1}^n \text{prod PB}_i X_i + \sum_{j=1}^n \text{prod PB}_j Y_j \geq \text{PB requerida}$$

$$\sum_{i=1}^n \text{prod Ca}_i X_i + \sum_{j=1}^n \text{prod Ca}_j Y_j \geq \text{Ca requerido}$$

$$\sum_{i=1}^n \text{prod P}_i X_i + \sum_{j=1}^n \text{prod P}_j Y_j \geq \text{P requerido}$$

$$\sum_{i=1}^n X_i \leq \text{AREA} \quad Y_j \text{ e } X_i \geq 0$$

custo = custo do  $i$ -ésimo e  $j$ -ésimo cultivo estimado

prod NDT, prod PB, prod Ca, prod P = produção estimada de nutrientes/Ha/cultivo dia.

$X_i$  = área (Ha) a ser ocupada pelo  $i$ -ésimo cultivo pré-existente

$Y_j$  = área (Ha) a ser ocupada pelo  $j$ -ésimo cultivo

AREA = área ocupada pelos cultivos pré-existentes.

Para os leitores pouco familiarizados com a programação linear, estes comentários envolvem um pouco mais de atenção devido a forma com que foi utilizado esta ferramenta.

Com o intuito de fornecer a área a ser cultivada pelas culturas já existentes, este modelo utiliza a implementação duplicada de coeficientes técnicos já existentes na matriz. Porém, seus respectivos custos utilizados na função objetivo, são multiplicados por um fator. Este fator, tem a função de elevar proporcionalmente o custo/Ha das culturas a serem implementadas caso seja necessário.

Deve-se lembrar que o valor real no que se refere a estimativa do custo/Ha de cada cultivo, não é o objetivo do sistema, embora isto pode ser alcançado através do uso de uma regressão múltipla. No entanto, é bastante relevante que se mantenha a proporcionalidade dos custos entre cada cultivo a ser implementado, permitindo assim que a busca de soluções se mantenha correta em função destes "custos".

Por este fato, os cultivos que concorrerão pela ocupação de uma nova área deve ter a seguintes características :

→ A nível de produtor, o cultivo deve ser algum(s) dos pré-existentes. Desta forma o produtor não se encontra forçado a mudanças radicais em sua tecnologia de produção de alimentos. Eventualmente o técnico pode demonstrar outras alternativas contidas no sistema.

→ A nível de programação linear, todos cultivos candidatos a

ocupação de novas áreas, devem ter custo superior a qualquer um dos cultivos pré-existentes.

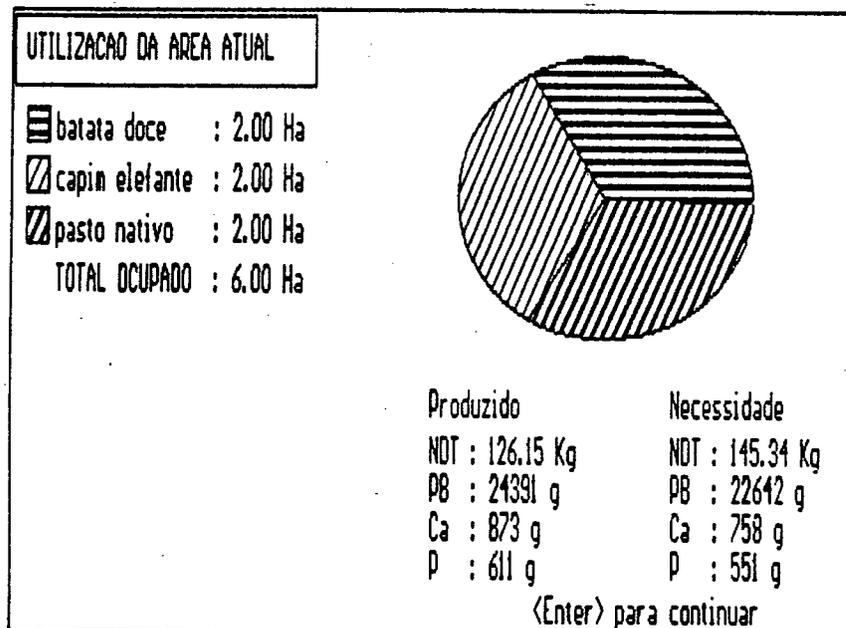
→ E ainda, todos devem manter a proporcionalidade de custos anteriormente referida. Assim, o fator utilizado para multiplicar o custo dos cultivos pré-existentes foi 25, atendendo as condições mencionadas. Os resultados deste módulo encontra-se demonstrado nas telas 16 e 17

#### 4.2.2.4 ECONOMICIDADE NO USO DE RAÇÕES

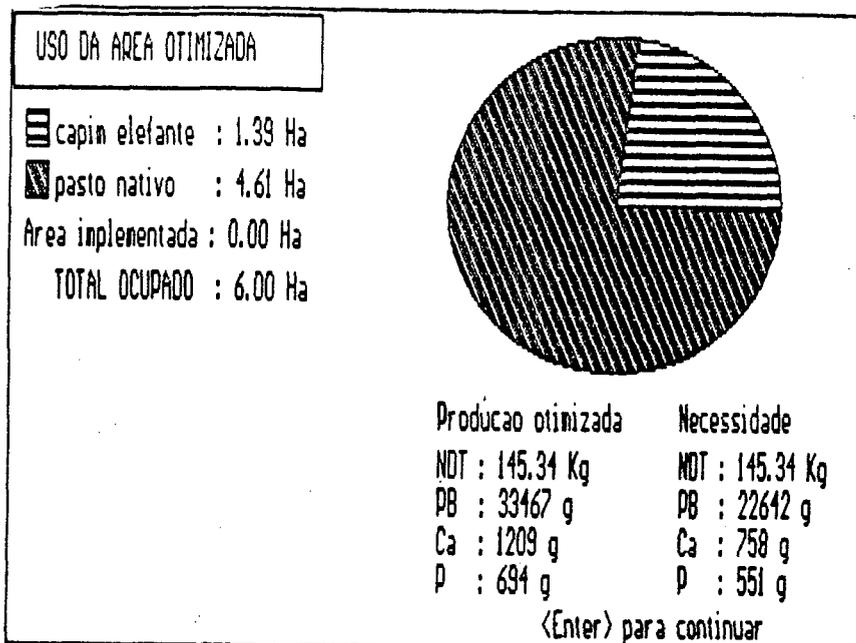
**OBJETIVO** - Determinar a viabilidade econômica no uso de rações. Para isto é considerado o principalmente preço comercial de uma ração e o preço do leite pago ao produtor. Outras variáveis ainda são consideradas como veremos a seguir.

Este programa simula uma produção de leite estimada que esta relacionada com algumas variáveis principais:

Tela 16 Apresentação dos dados atuais de produção de nutrientes, requerimentos do rebanho e ocupação da área.



Tela 17 Apresentação de resultados com a produção otimizada em função das estimativas de custo dos cultivos/Ha.



Dolar e Diaria do Trabalhador Rural - Estas duas variáveis apresentadas anteriormente, tem a função principal de compor o coeficiente de uma equação de regressão simples, para estimar o custo variavel por animal de produção por dia (anexo 1).

Preço da Ração e Preço do leite pago ao produtor - São as principais variáveis do módulo, sendo que a relação entre estas determinam a economicidade do uso das rações de acordo com o ambiente.

Fornecimento de Volumoso (matéria seca)/vaca em lactação - As opções para esta variavel encontram-se na faixa de 10 a 14 Kg de MS/vaca/dia. O programa considera ainda que o restante do rebanho tem um consumo medio de 8 Kg/animal/dia.

A capacidade de suporte é verificada com auxilio da estimativa de produção de matéria seca e também de acordo com o fornecimento de MS para as vacas em lactação (item anterior). A este consumo de MS (0,58NDT) é estimada uma produção de leite que sera comparada com a produção de leite que utiliza a ração na suplementação

alimentar.

Fornecimento de ração - As opções sobre esta variável encontra-se na faixa de 2 a 6 Kg de ração por animal. Supondo que a ração utilizada possui 0,72 NDT, o programa estima o crescimento na produção animal com a utilização da ração na quantidade fornecida.

Taxa de Substituição - Este efeito significa dizer que quando uma vaca consome 1 ou mais Kg de ração, ela deixa de consumir uma certa quantidade de volumoso (MS). Isto significa dizer que o efeito da ingestão de ração na produção de leite não é linear. O que torna a expectativa de produção de leite menor do que o normalmente a utilidade pelos produtores. Como exemplo, se para cada Kg de ração consumida a vaca deixar de consumir 0,5 Kg de volumoso, diz-se que ha uma taxa de substituição de 50%.

O usuário deve atentar para o fato de que o efeito da substituição deve ser menor quando o consumo de volumoso for mais baixo, e esta sobe a medida que tal consumo aumenta.

#### CONCEITO GERAL UTILIZADO NO MODULO.

O programa considera que se um rebanho que consome uma determinada quantidade de MS e então passa a consumir também a ração, pelo efeito da substituição, ocorre uma elevação da capacidade de suporte (animais por área de produção de alimentos).

Algumas análises são feitas de acordo com as entradas dos dados anteriormente mencionados, comparando-se as mudanças devido a utilização do ração, estes resultados encontram-se nas telas: 18,19,20,21 e 22.

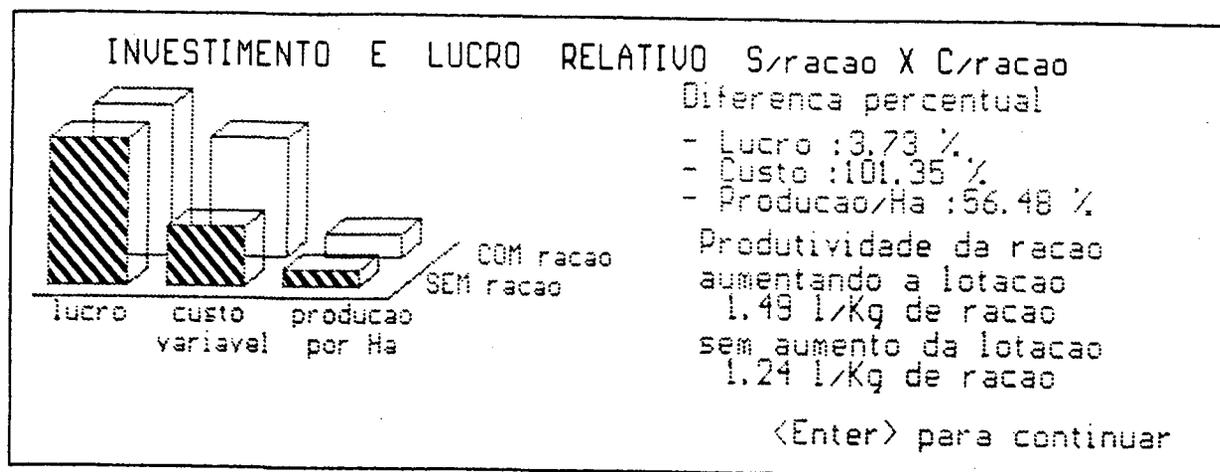
## Tela 18 Variação na produção estimada por animal e por hectare.

Estimativas SEM o uso de ração	Estimativa COM o uso de ração
Capacidade de suporte:1.46	Taxa de substituição :60 %
Produção/vaca :8.67 l	Capacidade de suporte:1.60
Produção/ha :12.63 l	Produção/vaca :12.39 l
Capacidade de suporte = prod. de MS/ num. animais	Produção/ha :19.76 l
	acréscimo/ha :7.13 l
	<Enter> para continuar

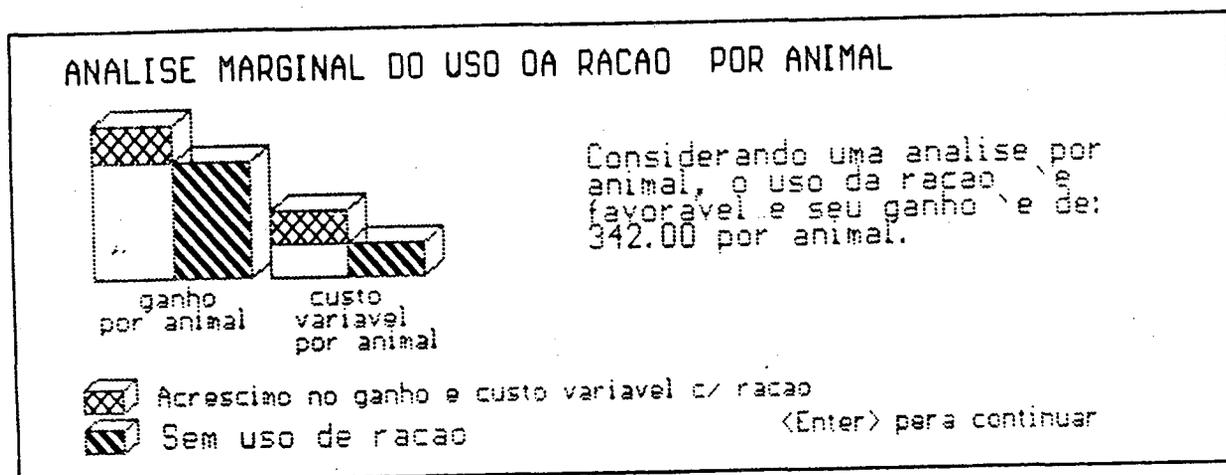
## Tela 19 Comparação do custo variável com uso de ração.

Estimativas SEM o uso de ração	Estimativa COM o uso de ração
Custo variável:3700.00	Custo variável:7450.00
Produção de carne :4.42 l	Produção de carne :4.84 l
Receita bruta :12870.00	Receita bruta :16962.00
LUCRO DIARIO :9170.00	LUCRO DIARIO :9512.00
POR ANIMAL	POR ANIMAL
	<Enter> para continuar

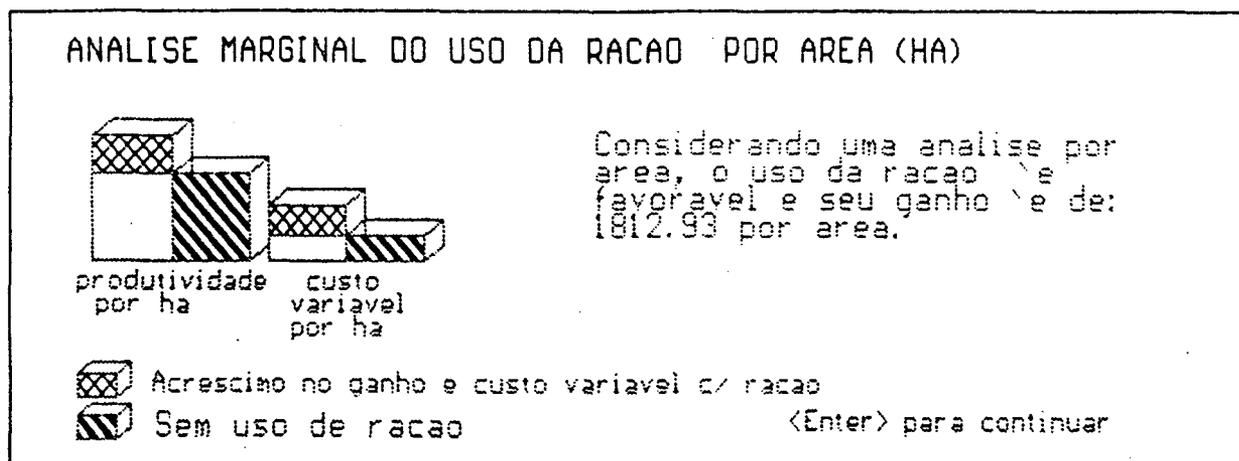
Tela 20 Análise percentual nas variações de lucro custo variavel e produção de leite.



Tela 21 Análise marginal considerando a produção de leite por animal.



Tela 22 Análise marginal considerando o aumento da capacidade de suporte e o aumento da produção de leite pelo uso da ração.



Com a utilização da ração de custo mínimo calculada pelo sistema, o usuário pode retornar a este módulo, refazendo as projeções, e também reduzindo seus custos de alimentação, caso a propriedade não se encontre apta a produzir a quantidade de nutrientes necessária.

#### 4.2.2.5 RECOMENDAÇÕES A CURTO E LONGO PRAZO

**OBJETIVO** - Orientar os extensionistas e produtores no sentido de minimizar o custo da alimentação produzida para o rebanho.

Na obtenção da recomendação, este módulo inicia uma leitura de arquivos que se resume na solução obtida na otimização da produção. Em função desta leitura segue as seguintes recomendações.

- Caso 1 - A produção de nutrientes (NDT) é maior que as exigências do rebanho.
  - A curto prazo - O sistema de alimentação encontra-se balanceado.
  - A longo prazo - O redimensionar os cultivos proporcionando uma área livre para outras atividades (em geral na estação

primavera verão).

• Caso 2 - A produção de nutrientes (NDT) é menor que as exigências do rebanho.

→ A curto prazo - A venda de animais não produtivos e/ou vacas com baixa produção (abaixo de 8 L) é recomendável. Pode-se ainda utilizar rações caso no momento seu custo seja oportuno segundo a análise feita em economicidade no uso de rações.

E por último, a possibilidade de utilização de uma ração produzida na propriedade dado que esta tenha seu custo inferior ao custo da ração comercial e ao preço do leite pago ao produtor.

Deve-se comentar que este parâmetro de 8 litros é apresentado segundo a pesquisa de [AG088] que infere que, a produção nessa faixa pouco influi na rentabilidade econômica da atividade.

As telas 23 e 24 demonstram as recomendações obtidas a partir dos dados entrados e processadas neste trabalho como exemplo prático.

Tela 23 Recomendações a curto prazo.

#### RECOMENDACOES A CURTO PRAZO PARA OTIMIZACAO DO SISTEMA DE ALIMENTACAO DO REBANHO

A necessidade de nutrientes (ndt) encontra-se maior que a produção estimada para esta propriedade. Portanto, o descarte de animais não produtivos ou vacas de baixa produção (menor que 8 litros) é recomendável.

A utilização de rações para o consumo deste rebanho excedente, pode ser uma alternativa se o investimento for atrativo.

Tela 24 Recomendações a longo prazo.

RECOMENDACOES A LONGO PRAZO PARA OTIMIZACAO  
DO SISTEMA DE ALIMENTACAO DO REBANHO

Adicionar nova area de cultivo para o  
balanceamento do sistema de alimentacao.

Area implementada : 0.00 Ha

capim elefante 1.39 Ha

pasto nativo 4.61 Ha

## CAPITULO 5

### 5.1 AVALIAÇÕES ERGONOMICAS

As avaliações ergonômicas neste sentido foram realizadas por um grupo de alunos da disciplina de Ergonomia da informática do programa de Pós Graduação de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina.

O ensaio foi executado enquanto o sistema ainda encontrava-se em desenvolvimento. Neste ensaio, realizado com dois usuários, um agrônomo com pouca experiência na área de computação, e o outro usuário, experiente na área de informática sem conhecimentos técnicos em agronomia.

A utilização do sistema foi feita com uma prévia introdução do sistema e sobre o funcionamento do programa. O que não significa, uma instrução detalhada que um manual ou guia do usuário poderia fornecer.

O objetivo do ensaio foi o de via número de animais ou área e/ou cultivos, equilibrar a produção de alimentos de acordo com o rebanho

ou vice-versa.

Na concepção deste teste, o agrônomo não conseguiu alcançar o objetivo. Por outro lado, o segundo usuário alcançou o objetivo devido a sua experiência com programas multijanelas.

Apesar disso, segundo a análise o programa evidenciou que tem as funções necessárias a que se propõe, e as debilidades ergonomicas podem ser corrigidas com a orientação especializada.

Algumas recomendações a nível ergonomico foram citadas:

- Exibição de mensagens na tela informando a ação a ser efetuada e como efetuar, por exemplo (escolha a opção através do cursor e tecla enter)
- Homogeneidade nas saida de telas ( ESC ou SAIDA ).
- Confirmação na saida do sistema.
- Homogeneidade entre as telas de entrada de dados e resultados.
- Exibição de mensagens de gravação e leitura de dados.

## 5.2 AVALIAÇÕES DO SISTEMA PELA PESQUISA E EXTENSÃO

O objetivo desta fase é o de proporcionar o acesso ao sistema e suas recomendações a um pequeno grupo de pesquisadores e extensionistas (13 pessoas), que tenham conhecimento sobre o problema abordado e que não participaram da construção deste, para uma avaliação do protótipo desenvolvido.

Neste sentido, antes da apresentação do sistema aos diferentes grupos, foi dada uma rápida explicação contendo os seguintes tópicos:

- Objetivo do trabalho e da apresentação.
- Estruturação do sistema a ser testado.
- Operação do sistema e resultados.
- Aplicação do questionário de avaliação (anexo 2).

Duas apresentações foram feitas, a primeira na EPAGRI ( Empresa de Pesquisa Agropecuária ) e a segunda, na Estação Experimental de

Itajaí. Com a utilização dos resultados nas avaliações pode-se constatar-se que:

Como perfil dos participantes.

- 61% dos participantes encontram-se atuantes na área de economia ou administração rural.
- Dentro desta pequena amostra, 15% dos entrevistados nunca utilizaram computadores, e o restante já utilizou ou utiliza em geral softwares aplicativos, planilhas e editores de texto.

Como avaliação do sistema apresentado.

( pergunta 7 do questionário )

- 23% dos entrevistados confiaram no sistema no sentido de que este sempre proporcionaria uma diagnose da situação correta ou aceitável.
- 69% acreditam que esta diagnose seria correta ou aceitável em 75% das consultas.
- 8% dos participantes confiaram no sistema no sentido de que este proporcionaria uma diagnose correta em 25% dos casos testados.

Considerando o atual estado de desenvolvimento do sistema.

( pergunta 8 do questionário )

- 30% dos participantes opinaram que o sistema pode auxiliar em uma recomendação correta em 100 a 80% dos casos.
- 55% dos entrevistados revelaram que o sistema pode auxiliar uma recomendação correta em 79 a 50% dos casos.
- E 15% abaixo de 50% dos casos testados.

O grau de utilidade demonstrado pelo sistema para a recomendação de um programa de alimentação para o rebanho leiteiro foi:

( pergunta 9 do questionário )

- muito útil para 61% dos participantes.
- útil para 30% dos participantes.
- para 8% dos participantes, razoavelmente útil.

### 5.3 CONCLUSÕES

No momento das apresentações para avaliações o sistema não se encontrava desenvolvido a ponto de obter 100% do seu potencial explorado, o que determinou uma confiabilidade de aproximadamente 80% segundo a avaliação dos especialistas (participantes das apresentações) do tema específico. Isto se deve principalmente a problemas de programação que podem ser corrigidos futuramente.

Contudo devido a utilidade deste sistema na temática da alimentação, este trabalho demonstrou ser uma ferramenta de planejamento da alimentação do rebanho de grande eficiência. Pois com a sua utilização, o extensionista pode analisar mais cuidadosamente as possíveis opções de cultivos, determinando a área e estação para cada cultivo, objetivando a minimização dos custos de produção de nutrientes para aquele rebanho.

Finalmente entre as críticas e comentários obtidos nas avaliações das apresentações, foram explicitadas:

- " É um grande mérito do sistema a interrelação das diversas áreas de conhecimento. Uma maior interação entre os elaboradores do sistema com os técnicos das respectivas áreas seria fundamental para um maior sucesso do sistema ".
- " Sugerimos investir no desenvolvimento do sistema na atividade leiteira, mantendo um canal de integração com a equipe de pesquisadores da Estação Experimental de Itajaí".
- "...Técnicamente o sistema pode ser aperfeiçoado de imediato, porém, assim como esta hoje já seria um instrumento muito útil".
- " O sistema será útil, no futuro para testes a nível de campo, em propriedades acompanhadas pela pesquisa-extensão, como também para propriedades de maior nível tecnológico".

#### 5.4 SUGESTÕES

Assim como nos softwares de aplicação geral, que a cada ano as novas versões são lançadas com algumas inovações, este trabalho tem também condições para sua ampliação já que este se encontra como um primeiro protótipo. As sugestões mencionadas a seguir proporcionariam recomendações possivelmente com maior segurança e demonstrando também alguns resultados dado que o produtor as segue.

⇒ Implementação de módulos para processar outros tipos de resultados, como por exemplo:

- Calcular o número de animais do rebanho ideal para as condições de alimentação da propriedade nas diferentes estações do ano.
- Calcular o lucro diário da produção do rebanho.
- Estimar o lucro diário da produção considerando que o rebanho encontra-se em condições ideais de nutrição.

⇒ Aprimorar as equações de regressão simples utilizadas no sentido de apresentar as previsões de custo/Ha dos cultivos mais ajustada. Desta forma o sistema poderia então demonstrar com valores a minimização do custo de produção de nutrientes/Ha, conferindo uma maior confiabilidade ao usuário.

⇒ Aumento do banco de dados referentes aos alimentos disponíveis no mercado e suas composições.

⇒ Expandir os tipos de cultivos existentes na propriedade e em várias localidades do estado de Santa Catarina, possibilitando um número maior de usuários efetivos.

⇒ Dar uma maior maleabilidade ao sistema com aplicação de conjuntos difusos no que se refere a tipos de solo, manejo do rebanho (não foi abordado), previsões de produção nas diferentes estações do ano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [AG088] AGOSTINI, I. Analise Economica do Sistema de Produção de Leite para o Vale do Itajai e litoral de Santa Catarina Modelo e Aplicações. R. Econ. Sociol. Rural, Brasilia, p. 443-471, out./dez. 1988.
- [AG088] AGOSTINI, I. Economicidade no Uso de Rações. (no prelo)
- [AL84] ALAVI, Maryan, NAPIER, Abert. An experiment in applying the adptative design approach to DSS development, Information and Management., v. 7, n 1, 1984.
- [ARA90] ARAUJO, J. G. F., QUEIROZ, A. C., BIAVA, M. .Geração e Difusão de Tecnologia no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL). R. Econ. Sociol. Rural, Brasilia, p. 106-121, jan/mar 1990.
- [ASS82] ASSIS, A. G. Sistemas de Alimentação de Vacas em Produção. Coronel Pacheco, MG. 48p. (Embrapa - CNPGL. Documento, 07).
- [BIN76] BINE, J. A. Regulation of food intake in dairy cows in relation to milk production. Prod. Sci., Amesterdan, v. 3, p.115-128, 1986.
- [BR083] BROCKINGTON, N. R. Modelo Bioeconomico de Sistemas de Produção de Leite na Zona da Mata de Minas Gerais. Coronel Pacheco, MG: Centro Nacional de Pesquisa do Gado de Leite (CNPGL), 1983. (Documento, 08).
- [BUF77] BUFFON, R. L., GRUMANN, A., Diagnóstico da Bovinocultura Catarinense. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1977.

- [COL90] COLI, L. E. J.; BORJES, C.; CUNHA, C. J. C. A. Gerenciamento da Sazonalidade da Industria Leiteira em Sants Catarina. - Um Enfoque Estratégico in: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1990, Belo Horizonte, Anais ... V.1
- [FIA87] FIALHO, I. P. et al Efeito da Assistencia Técnica Publica Sobre o Uso de Fatores. R. Econ. Rural, v.25, n. 4 p.431-443 out/dez 1987.
- [FIG91] FIGUEIREDO, D. C. Caracterização de Problemas Susceptiveis a Informatização na Agropecuaria. mesa redonda. In: II SEMANA DE INFORMÁTICA NA AGROPECUARIA, 1991, São Paulo. Anais...
- [FRE86] FRESNEDA, P. S. V. Avaliação do Potencial de Utilização de Sistemas Baseados em Microcomputadores no Processo de Transferencia de Tecnologia Agropecuária no Brasil. Washington DC: George Washington University, Tese (Doutorado).
- [GEN86] GENARIO, S. Sistemas Especialistas : O Conhecimento Artificial Rio de Janeiro : Livros Técnicos e científicos, 1986.
- [GOM83] GOMIDE, A. G. .Contribuição das Pastagens Para Dieta dos Ruminantes. R. Informe Agropecuario, Minas Gerais, v 9 n.108, 1983.
- [GUM90] GUM, R. L., BLANK, S. C. Desingng Expert Systems for Effective Delivery of Extension Programin. Amer. J. Agr. Econ., p. 539 - 547, aug. 1990.
- [HAY83] HAYES - ROTH, F., WATERMAN D. A. , LENAT, D. B. . Building Expert Systems. Addison Wesley, 1983.

- [HAR80] HARRSIGN, W. . Body Condition, Milk Yiel and Reproduction in Cattle. In: HARESING, W. & LEWIS, D., ed. Recent Advances in Animal Nutrition, 1979. London, Butterworths, p.107 - 122, 1980. X
- [ISL84] ISLABAO, N. . Alimentação do Gado Leiteiro. 2 ed. Porto Alegre: SAGRA/Pelotas, Pelotense, 1984. 110p.
- [MAF75] MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIE AND FOOD, Energy allowances and Feedin systems for Ruminants. London: HMSO,1975. X  
(Tecnical Bulletin, 33).
- [MAN84] MANN, R., H. WATSON, A Contigency model for user involment in DSS development, Mis Quaterly, v.8, n.1, 1984.
- [MAT90] MATTOS, W. R. . Como Aumentar a Eficiencia na Produção de Leite. R. Balde Branco, p. 25-27,mar. 1990.
- [ROD92] RODRIGUEZ, A. R. S. C..Decisão de Substituição e/ou Renovação de Equipamentos. Florianópolis: UFSC, 1992.  
dissertação - (Mestrado e Engenharia de Produção) - Programa de Pós - Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1992.
- [SPR91] SPRAGUE, R. H. F. , WATSON, HUGH J. Sistemas de Apoio a Decisão, Rio de Janeiro: Campos, 1991.
- [SWAB1] SWAN, H. . Feed Input - Milk Output Relationships in to Autumn Calving Dairy Cow. In: HARESING, W. , ed Recent Advances in Animal Nutrition, 1980. London, Butterworths, p.237-253, 1976. X
- [VAN76] VANES, A. J. H., Factors Infuence in Efficiency of Energy Utilization by Beef and Dairy Cattle. In: SWAN, H. & BROSTER, W. H. ed. Principles of cattle production. X

London, Butterworths, p.237-253. 1976.

[WAT86] WATERMAN, D. A. Guide to Expert Systems. Addison - Wesley ,  
1986.

#### BIBLIOGRAFIA

- FERREIRA, J. J., M. NETO J., Tabelas Para Cálculos de Rações e seu Uso. R. Informe Agropecuario, Minas Gerais, v 9 ,n.108, 1983.
- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRICOLA S.C.- CEPA/SC. Sintese Anual da Agricultura de Santa Catarina. 1990-91. v. 1.
- TOUKI, K., HOSHI, T. Intelligent Information System for Production and Management in Agriculture and Horticulture. Journal of Operational Research Society, p.22-31, 1989.
- KREUZ, L. L., Análise de Tecnologias e Perspectivas da Bovino Cultura de Leite da Pequena e Média Propriedade Gaúcha. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Econômicas, Porto Alegre 1985.
- LANZER, E. A., Programação Linear: Conceitos e Aplicações. Rio de Janeiro: IPEA/INPE, 1982.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 4 ed. Washington: National Academy of Science, 1971. 54 p.
- PILLAR, V. De P., HILLESHEIM, A. , AGOSTINI, I. Acompanhamento de Sistemas de Produção de Leite na Região do Vale do Itajaí, em Santa Catarina. Florianópolis: EMPASC, 1985. 31p. (EMPASC, Documento,51)
- RAMOS, M. G. et al, Tabelas de Composição de alimentos Utilizados no Sistema de Produção de Leite, do Vale do Itajaí e Litoral de Santa Catarina. Florianópolis: EMPASC, 1988. (Documento, 95)

- ROSTAGNO, H. S., Metods de balanceamento de rações. R. Informe Agropecuario, Minas Gerais, v 9 n.108, 1983.
- SEITFFERT, N. F. , SALERNO, A. R., RAMOS, M. G. Avaliação dos Sistemas de Produção de Leite na Região do Vale do Itajai, em Santa Catarina. Florianópolis: EMPASC, 1990. 104p.  
(EMPASC, Documento, 110)
- SYSLO, M. M.; DEO, N.; KOWALIK, J. S., Discret Optimization Algorithms With Pascal Programs. New Jersey: Prentice-Hall, 1983.
- ZIONTS, S. , Linear and Integer Proqraming. 3 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1974.

ANEXO 1

----- REGRESSION ANALYSIS -----

HEADER DATA FOR: B:D\_GERAL LABEL: 3650  
 NUMBER OF CASES: 33 NUMBER OF VARIABLES: 24

----- regressao trabalhador X aipim -----

INDEX	NAME	MEAN	STD.DEV.
1	D_WORKER	4.2443	1.7768
DEP. VAR.:	D_AIPIM	462.1442	139.4062

DEPENDENT VARIABLE: D\_AIPIM

VAR.	REGRESSION COEFFICIENT	STD. ERROR	T(DF= 31)	PROB.
D_WORKER	74.8120	4.2455	17.622	.00000
CONSTANT	144.6228			

STD. ERROR OF EST. = 42.6724

r SQUARED = .9092  
 r = .9535

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
REGRESSION	565442.2706	1	565442.2706	310.523	.000E+00
RESIDUAL	56448.9177	31	1820.9328		
TOTAL	621891.1883	32			

	OBSERVED	CALCULATED	RESIDUAL	STANDARDIZED RESIDUALS
1	217.021	244.903	-27.8814	*
2	261.429	249.360	12.0690	*
3	283.486	251.693	31.7930	*
4	352.288	273.710	78.5774	*
5	358.333	305.547	52.7868	*
6	326.736	263.335	63.4012	*
7	417.327	348.319	69.0078	*
8	279.476	340.466	-60.9893	*
9	237.060	331.671	-94.6106*	*
10	284.019	329.385	-45.3655	*
11	360.868	371.105	-10.2375	*
12	410.382	489.506	-79.1239	*
13	384.337	441.041	-56.7033	*
14	440.752	439.273	1.4794	*
15	500.012	498.196	1.8158	*
16	627.454	570.898	56.5564	*
17	778.479	729.750	48.7290	*
18	713.421	690.904	22.5172	*
19	598.235	590.153	8.0810	*
20	541.885	514.254	27.6312	*
21	537.114	533.483	3.6305	*
22	553.800	538.372	15.4288	*
23	570.943	572.534	-1.5915	*
24	470.136	508.627	-38.4913	*
25	578.677	577.167	1.5102	*
26	583.767	594.974	-11.2068	*
27	567.924	576.213	-8.2893	*
28	570.688	593.195	-22.5067	*
29	478.877	517.628	-38.7512	*
30	468.554	494.788	-26.2337	*
31	436.579	445.942	-9.3626	*
32	588.711	561.259	27.4525	*
33	471.986	463.108	8.8775	*

DURBIN-WATSON TEST = .8217

----- REGRESSION ANALYSIS -----

HEADER DATA FOR: B:D\_GERAL LABEL: 3650  
 NUMBER OF CASES: 33 NUMBER OF VARIABLES: 24

-----  
 regressao trabalhador X azevem

INDEX	NAME	MEAN	STD. DEV.
1	D_WORKER	4.2443	1.7768
DEP. VAR.:	D_AZEVEM	199.0170	67.0135

-----  
 DEPENDENT VARIABLE: D\_AZEVEM

VAR.	REGRESSION COEFFICIENT	STD. ERROR	T(DF= 31)	PROB.
D_WORKER	35.8210	2.1196	16.900	.00000
CONSTANT	46.9835			

STD. ERROR OF EST. = 21.3052

r SQUARED = .9021  
 r = .9498

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
REGRESSION	129634.5518	1	129634.5518	285.594	.000E+00
RESIDUAL	14071.2754	31	453.9121		
TOTAL	143705.8271	32			

	OBSERVED	CALCULATED	RESIDUAL	STANDARDIZED RESIDUALS
1	107.036	94.999	12.0367	*
2	114.250	97.133	17.1168	*
3	104.732	98.250	6.4815	*
4	125.198	108.792	16.4055	*
5	126.976	124.036	2.9402	*
6	131.231	103.824	27.4066	*
7	160.761	144.516	16.2447	*
8	113.729	140.756	-27.0270	*
9	99.836	136.545	-36.7082	*
10	130.512	135.450	-4.9378	*
11	156.374	155.426	.9476	*
12	179.166	212.118	-32.9528	*
13	168.886	188.912	-20.0266	*
14	203.672	188.066	15.6067	*
15	240.661	216.279	24.3823	*
16	303.370	251.090	52.2801	*
17	358.003	327.150	30.8522	*
18	327.838	308.550	19.2876	*
19	266.589	260.310	6.2795	*
20	247.072	223.968	23.1046	*
21	239.799	233.175	6.6244	*
22	236.934	235.516	1.4186	*
23	238.642	251.873	-13.2309	*
24	194.730	221.274	-26.5439	*
25	244.522	254.091	-9.5697	*
26	246.740	262.618	-15.8776	*
27	249.166	253.635	-4.4683	*
28	244.714	261.766	-17.0513	*
29	204.472	225.583	-21.1111	*
30	181.220	214.647	-33.4267	*
31	185.164	191.259	-6.0951	*
32	243.008	246.474	-3.4663	*
33	192.556	199.479	-6.9221	*

DURBIN-WATSON TEST = .7732

----- REGRESSION ANALYSIS -----

HEADER DATA FOR: B:D\_GERAL LABEL: 3650  
 NUMBER OF CASES: 33 NUMBER OF VARIABLES: 24

regressao trabalhador x batata

INDEX	NAME	MEAN	STD.DEV.
1	D_WORKER	4.2443	1.7768
DEP. VAR.:	D_BATATA	1380.3225	416.7870

DEPENDENT VARIABLE: D\_BATATA

VAR.	REGRESSION COEFFICIENT	STD. ERROR	T (DF= 31)	PROB.
D_WORKER	222.2404	13.4773	16.490	.00000
CONSTANT	437.0773			

STD. ERROR OF EST. = 135.4645

r SQUARED = .8977  
 r = .9475

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
REGRESSION	4989896.1760	1	4989896.1760	271.919	6.000E-14
RESIDUAL	568869.8394	31	18350.6400		
TOTAL	5558766.0154	32			

	OBSERVED	CALCULATED	RESIDUAL	STANDARDIZED RESIDUALS
1	680.851	734.974	-54.1229	*
2	787.143	748.214	38.9290	*
3	810.092	755.146	54.9456	*
4	1135.948	820.551	315.3968	*
5	1051.563	915.126	136.4368	*
6	869.444	789.730	79.7148	*
7	1394.554	1042.187	352.3671	*
8	957.801	1018.858	-61.0574	*
9	805.928	992.732	-186.8042	*
10	859.375	985.941	-126.5662	*
11	1026.250	1109.877	-83.6275	*
12	1205.603	1461.606	-256.0027	*
13	1081.976	1317.631	-235.6554	*
14	1231.561	1312.379	-80.8183	*
15	1394.657	1487.420	-92.7631	*
16	1881.641	1703.391	178.2502	*
17	2313.327	2175.287	138.0398	*
18	2183.001	2059.889	123.1124	*
19	1817.901	1760.593	57.3077	*
20	1569.193	1535.123	34.0700	*
21	1584.418	1592.246	-7.8282	*
22	1677.975	1606.768	71.2076	*
23	1740.643	1708.253	32.3892	*
24	1439.387	1518.407	-79.0197	*
25	1738.568	1722.015	16.5531	*
26	1782.834	1774.914	7.9192	*
27	1727.961	1719.182	8.7792	*
28	1767.812	1769.627	-1.8157	*
29	1464.463	1545.146	-80.6826	*
30	1371.324	1477.295	-105.9709	*
31	1254.766	1332.191	-77.4248	*
32	1642.690	1674.758	-32.0674	*
33	1299.995	1383.186	-83.1916	*

DURBIN-WATSON TEST = .9783

----- REGRESSION ANALYSIS -----  
 HEADER DATA FOR: B:D\_GERAL LABEL: 3650  
 NUMBER OF CASES: 33 NUMBER OF VARIABLES: 24

-----  
 regressao trabalhador X pasto

INDEX	NAME	MEAN	STD.DEV.
1	D_WORKER	4.2443	1.7768
DEP. VAR.:	D_PASTO	64.8264	21.8285

-----  
 DEPENDENT VARIABLE: D\_PASTO

VAR.	REGRESSION COEFFICIENT	STD. ERROR	T(DF= 31)	PROB.
D_WORKER	11.6681	.6904	16.900	.00000
CONSTANT	15.3041			

STD. ERROR OF EST. = 6.9398

r SQUARED = .9021  
 r = .9498

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
REGRESSION	13754.4750	1	13754.4750	285.594	.000E+00
RESIDUAL	1492.9894	31	48.1609		
TOTAL	15247.4644	32			

	OBSERVED	CALCULATED	RESIDUAL	STANDARDIZED RESIDUALS
1	34.865	30.944	3.9208	*
2	37.215	31.639	5.5755	*
3	34.115	32.003	2.1112	*
4	40.781	35.437	5.3438	*
5	41.360	40.403	.9577	*
6	42.746	33.819	8.9272	*
7	52.365	47.074	5.2914	*
8	37.045	45.849	-8.8036	*
9	32.520	44.477	-11.9571	*
10	42.512	44.121	-1.6084	*
11	50.936	50.627	.3087	*
12	58.360	69.094	-10.7338	*
13	55.012	61.535	-6.5233	*
14	66.343	61.259	5.0836	*
15	78.391	70.449	7.9421	*
16	98.817	81.788	17.0294	*
17	116.613	106.564	10.0496	*
18	106.788	100.505	6.2826	*
19	86.837	84.791	2.0454	*
20	80.480	72.954	7.5259	*
21	78.111	75.953	2.1578	*
22	77.177	76.715	.4621	*
23	77.734	82.043	-4.3097	*
24	63.430	72.076	-8.6462	*
25	79.649	82.766	-3.1172	*
26	80.371	85.543	-5.1719	*
27	81.162	82.617	-1.4555	*
28	79.712	85.266	-5.5542	*
29	66.603	73.480	-6.8766	*
30	59.029	69.918	-10.8882	*
31	60.314	62.299	-1.9854	*
32	79.156	80.285	-1.1291	*
33	62.722	64.977	-2.2548	*

DURBIN-WATSON TEST = .7732

----- REGRESSION ANALYSIS -----

HEADER DATA FOR: B:D\_GERAL LABEL: 3650  
 NUMBER OF CASES: 33 NUMBER OF VARIABLES: 24

regressao trabalhador X capim elefante

INDEX	NAME	MEAN	STD. DEV.
1	D_WORKER	4.2443	1.7768
DEP. VAR.:	D_ELEFAN	109.5566	36.8902

DEPENDENT VARIABLE: D\_ELEFAN

VAR.	REGRESSION COEFFICIENT	STD. ERROR	T(DF= 31)	PROB.
D_WORKER	19.7191	1.1668	16.900	.00000
CONSTANT	25.8639			

STD. ERROR OF EST. = 11.7283

r SQUARED = .9021  
 r = .9498

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
REGRESSION	39284.1562	1	39284.1562	285.594	.000E+00
RESIDUAL	4264.1269	31	137.5525		
TOTAL	43548.2831	32			

	OBSERVED	CALCULATED	RESIDUAL	STANDARDIZED RESIDUALS
1	58.922	52.296	6.6261	*
2	62.893	53.471	9.4226	*
3	57.654	54.086	3.5680	*
4	68.920	59.889	9.0310	*
5	69.899	68.280	1.6185	*
6	72.241	57.154	15.0870	*
7	88.497	79.554	8.9425	*
8	62.606	77.484	-14.8781	*
9	54.959	75.166	-20.2075	*
10	71.846	74.564	-2.7182	*
11	86.082	85.560	.5216	*
12	98.629	116.769	-18.1401	*
13	92.970	103.994	-11.0244	*
14	112.119	103.528	8.5913	*
15	132.481	119.059	13.4222	*
16	167.002	138.222	28.7796	*
17	197.076	180.093	16.9838	*
18	180.471	169.853	10.6176	*
19	146.754	143.297	3.4568	*
20	136.011	123.292	12.7188	*
21	132.007	128.360	3.6466	*
22	130.430	129.649	.7809	*
23	131.370	138.653	-7.2835	*
24	107.196	121.809	-14.6121	*
25	134.606	139.874	-5.2680	*
26	135.828	144.568	-8.7404	*
27	137.163	139.623	-2.4598	*
28	134.712	144.099	-9.3865	*
29	112.560	124.181	-11.6214	*
30	99.760	118.161	-18.4010	*
31	101.931	105.286	-3.3553	*
32	133.773	135.681	-1.9082	*
33	106.000	109.811	-3.8106	*

DURBIN-WATSON TEST = .7732

## ----- REGRESSION ANALYSIS -----

HEADER DATA FOR: B:D\_GERAL LABEL: 3650  
 NUMBER OF CASES: 33 NUMBER OF VARIABLES: 24

-----  
 regressao trabalhador X cana de acucar

INDEX	NAME	MEAN	STD.DEV.
1	D_WORKER	4.2443	1.7768
DEP. VAR.:	D_CANA	123.1701	41.4741

-----  
 DEPENDENT VARIABLE: D\_CANA

VAR.	REGRESSION COEFFICIENT	STD. ERROR	T(DF= 31)	PROB.
D_WORKER	22.1693	1.3118	16.900	.00000
CONSTANT	29.0777			

STD. ERROR OF EST. = 13.1856

r SQUARED = .9021  
 r = .9498

## ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
REGRESSION	49653.6549	1	49653.6549	285.594	.000E+00
RESIDUAL	5389.6916	31	173.8610		
TOTAL	55043.3465	32			

	OBSERVED	CALCULATED	RESIDUAL	STANDARDIZED RESIDUALS
1	66.244	58.794	7.4494	*
2	70.708	60.115	10.5935	*
3	64.818	60.806	4.0113	*
4	77.484	67.331	10.1532	*
5	78.585	76.765	1.8196	*
6	81.218	64.256	16.9617	*
7	99.494	89.440	10.0537	*
8	70.386	87.113	-16.7268	*
9	61.788	84.506	-22.7184	*
10	80.773	83.829	-3.0560	*
11	96.779	96.192	.5864	*
12	110.884	131.278	-20.3942	*
13	104.522	116.916	-12.3943	*
14	126.051	116.393	9.6589	*
15	148.944	133.853	15.0900	*
16	187.753	155.397	32.3558	*
17	221.565	202.471	19.0942	*
18	202.896	190.959	11.9369	*
19	164.990	161.104	3.8863	*
20	152.911	138.612	14.2993	*
21	148.410	144.310	4.0998	*
22	146.637	145.759	.8780	*
23	147.694	155.882	-8.1885	*
24	120.517	136.945	-16.4278	*
25	151.333	157.255	-5.9226	*
26	152.706	162.532	-9.8265	*
27	154.207	156.973	-2.7654	*
28	151.452	162.005	-10.5529	*
29	126.546	139.612	-13.0655	*
30	112.156	132.844	-20.6875	*
31	114.597	118.369	-3.7722	*
32	150.396	152.541	-2.1453	*
33	119.172	123.456	-4.2841	*

DURBIN-WATSON TEST = .7732

----- REGRESSION ANALYSIS -----

HEADER DATA FOR: B:D\_GERAL LABEL: 3650  
 NUMBER OF CASES: 33 NUMBER OF VARIABLES: 24

regressao trabalhador X milho

INDEX	NAME	MEAN	STD.DEV.
1	D_WORKER	4.2443	1.7768
DEP. VAR.: D_MILHO		308.5736	103.9036

DEPENDENT VARIABLE: D\_MILHO

VAR.	REGRESSION COEFFICIENT	STD. ERROR	T (DF= 31)	PROB.
D_WORKER	55.5400	3.2865	16.900	.00000
CONSTANT	72.8474			

STD. ERROR OF EST. = 33.0335

r SQUARED = .9021  
 r = .9498

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
REGRESSION	311643.3936	1	311643.3936	285.594	.000E+00
RESIDUAL	33827.5556	31	1091.2115		
TOTAL	345470.9491	32			

	OBSERVED	CALCULATED	RESIDUAL	STANDARDIZED RESIDUALS
1	165.957	147.295	18.6628	*
2	177.143	150.603	26.5394	*
3	162.385	152.336	10.0494	*
4	194.118	168.681	25.4365	*
5	196.875	192.316	4.5587	*
6	203.472	160.979	42.4936	*
7	249.257	224.070	25.1872	*
8	176.335	218.240	-41.9051	*
9	154.795	211.711	-56.9157	*
10	202.358	210.014	-7.6560	*
11	242.456	240.987	1.4692	*
12	277.794	328.887	-51.0929	*
13	261.855	292.906	-31.0510	*
14	315.792	291.594	24.1980	*
15	373.143	335.338	37.8045	*
16	470.371	389.312	81.0597	*
17	555.079	507.243	47.8360	*
18	508.309	478.404	29.9052	*
19	413.343	403.607	9.7362	*
20	383.083	347.260	35.8235	*
21	371.806	361.535	10.2710	*
22	367.364	365.164	2.1995	*
23	370.012	390.527	-20.5144	*
24	301.926	343.082	-41.1560	*
25	379.128	393.966	-14.8376	*
26	382.568	407.186	-24.6180	*
27	386.330	393.258	-6.9281	*
28	379.427	405.865	-26.4378	*
29	317.032	349.764	-32.7325	*
30	280.980	332.808	-51.8276	*
31	287.095	296.545	-9.4503	*
32	376.781	382.156	-5.3745	*
33	298.557	309.289	-10.7327	*

DURBIN-WATSON TEST = .7732

## ANEXO 2

## Questionário de Avaliação do Sistema

- 1- Qual a sua formação ?  
 Técnico Agrícola    Eng. Agrônomo    Veterinário    Zootecnista  
 Outras \_\_\_\_\_(especifique)
- 2- Nivel educacional ?  
 Técnico    Superior    Pós graduado    Doutor
- 3- Area de trabalho ?  
 Nutrição animal    Produção de leite    Produção agricola  
 Economia rural    Pesquisa    Extensão rural  
 Outras \_\_\_\_\_(especifique)
- 4- Se voca trabalha na extensão, durante quanto tempo da suporte técnico aos produtores ou agricultores ? \_\_\_\_\_
- 5- Qual a sua experiencia utilizando computadores ?  
 programação em uma ou mais linguagens.  
 usando uma vez por semana sem programar.  
 usando uma vez por mes.  
 nunca usei.
- 6- Já participou de algum curso de computação ?  
 não    sim \_\_\_\_\_(especifique)
- 7- Na sua opinião, o sistema proporcionaria uma diagnose da situação correta ou aceitavel nos casos testados ?  
 sempre    nunca    50% das vezes    75% das vezes ( )  
 25% das vezes
- 8- Levando em consideração o atual estado de desenvolvimento do sistema, qual e o percentual de casos em que o sistema pode auxiliar em uma recomendação correta ?  
 100 a 80% das vezes    79 a 50% das vezes    abaixo de 50%
- 9- Na sua opinião, qual o grau de utilidade de um sistema deste tipo na recomendação de alimentação para o rebanho leiteiro no serviço de extensão ?  
 muito util    util    rasoavelmente util    sem utilidade
- 10- Se voce deseja fazer qualquer comentario ou critica sobre o sistema, por favor utilize o espaço abaixo .Esta observação sera util para o aperfeiçoamneto futuro do sistema. Obrigado