

ELIANE MACULAN CORRÊA

PROPOSTA DE UM ALGORITMO PARA FORMULAÇÃO DE
RAÇÕES TOTAIS PARA VACAS EM LACTAÇÃO

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura de Lavras, como parte das exigências
do curso de Pós-Graduação em Zootecnia, área de
concentração em Nutrição Animal Ruminantes, para
obtenção do grau de "Mestre".

Orientador

Prof. JÚLIO CÉSAR TEIXEIRA

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1994

Corrêa, Eliane Maculan

Proposta de um algoritmo para formulação de rações totais para vacas em lactação / Eliane Maculan Corrêa.--Lavras : ESAL, 1994.

84 p. : il.

Orientador: Júlio César Teixeira.

Dissertação(Mestrado) - ESAL.

Bibliografia.

1. Vacas em lactação - Alimentação e alimentos.
2. Vacas em lactação - Cálculo de rações.
3. Rações (Vacas em lactação) - Fibra.
4. Algoritmos - Módulos. I. Escola Superior de Agricultura de Lavras. II. Título.

CDD-636.0855
636.2142

ELIANE MACULAN CORRÊA

PROPOSTA DE UM ALGORITMO PARA
FORMULAÇÃO DE RAÇÕES TOTAIS
PARA VACAS EM LACTAÇÃO

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura de Lavras, como parte das exigências
do curso de Pós-Graduação em Zootecnia, área de
concentração em Nutrição Animal Ruminantes, para
obtenção do grau de "Mestre".

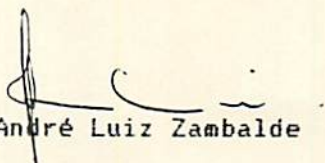
APROVADA em 22 de dezembro de 1994



Prof. Antonio Ilson G. de Oliveira



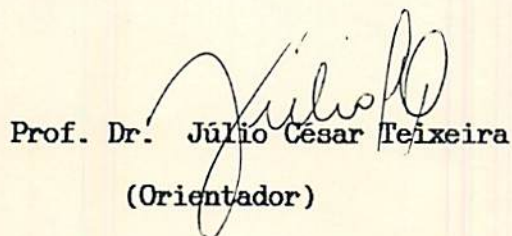
Prof. Juan Ramon O. Perez



Prof. André Luiz Zambalde



Prof. Paulo César Lima



Prof. Dr. Júlio César Teixeira
(Orientador)

Aos meus pais

Pedro Corrêa e Joana Maculan

Como homenagem

OFEREÇO

A DEUS,

por sua presença

sempre constante

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade de realização deste trabalho.

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes) pela bolsa concedida na efetivação do curso.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras pela oportunidade oferecida.

Aos professores Andre Luiz Zambalde e Paulo César Lima pela orientação, sugestões e utilização de recursos computacionais imprescindíveis à realização deste trabalho.

Aos professores Antônio Ilson Gomes de Oliveira e Juan Ramon Olalquiaga Pérez, pelos ensinamentos, apoio e amizade.

Ao Professor Júlio César Teixeira pela sábia orientação, interesse, valiosas sugestões, apoio e amizade.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	ix
SUMMARY	x
1 INTRODUÇÃO	01
2 REFERENCIAL TEORICO	03
2.1 A Importância da ração na alimentação de vacas leiteiras	03
2.1.1 Qualidade do volumoso e quantidade de concentrado	05
2.1.2 Escolha dos Alimentos	07
2.2 Importância da fibra na alimentação de vacas leiteiras	08
2.2.1 Formulação da ração contendo o máximo de fibra	11
2.2.2 Formulação da ração contendo o mínimo de fibra	13
2.3 A formulação de ração como um problema de programação linear	14
3 METODOLOGIA	16
3.1 Descrição do Algoritmo.....	16

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1	Alta produção de leite utilizando um volumoso de baixa qualidade	26
4.1.1	Cálculos manuais	26
4.1.2	Sistema proposto.....	29
4.2	Alta produção de leite utilizando um volumoso de alta qualidade	37
4.2.1	Cálculos manuais.....	37
4.2.2	Sistema proposto	39
4.3	Baixa produção de leite utilizando um volumoso de alta qualidade	45
4.3.1	Cálculos manuais.....	45
4.3.2	Sistema proposto	47
4.4	Baixa produção de leite utilizando um volumoso de baixa qualidade	54
4.3.1	Cálculos manuais.....	54
4.3.2	Sistema proposto	57
5	CONCLUSÃO	66
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
	ANEXO	70

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Arranjo dos Módulos	17
2	Entrada de Dados	18
3	Exigências do animal	19
4	Seleção de volumosos	20
5	Proporção de volumoso	21
6	Exigência final	22
7	Consumo de volumoso	23
8	Cadastro de alimentos	24
9	Cálculo da ração concentrada	25
10	Entrada de dados (animal em alta produção).....	29
11	Exigência do animal (produzindo 30 l/dia)	30
12	Seleção do volumoso (bagaço de cana).....	31
13	Cálculo do $F_{máx}$ e $F_{mín}$ (Proporção de volumoso).	32
14	Exigência final (Déficit da exigência).....	33
15	Consumo de matéria verde (Bagaço de cana).....	34
16	Ração concentrada	35
17	Entrada de dados(animal em alta produção).....	39
18	Exigência do animal(produzindo 30 l/dia).....	40
19	Seleção de volumosos (Feno de alfafa).....	41
20	Cálculo do $F_{máx}$ e $F_{mín}$ (proporção do volumoso).	42
21	Exigências Finais (Déficit da exigência).....	43
22	Consumo de matéria verde (feno de alfafa).....	44

23	Entrada de dados (Baixa produção de leite).....	47
24	Exigência do animal(produzindo 10 l/d).....	48
25	Seleção do volumoso (feno de alfafa)	49
26	Cálculo do Fmáx e Fmín(proporção do volumoso)...	50
27	Exigências Finais (Déficit da exigência).....	51
28	Consumo de matéria verde(feno de alfafa).....	52
29	Ração concentrada	53
30	Entrada de dados (Baixa produção de leite).....	57
31	Exigência do animal(produzindo 10 l/d).....	58
32	Seleção de volumoso (bagaço de cana).....	59
33	Cálculo do Fmáx e Fmín(proporção do volumoso)...	60
34	Exigência Final (Déficit da exigência).....	61
35	Consumo de matéria verde(bagaco de cana).....	62
36	Ração concentrada.....	63

RESUMO

CORRÊA, Eliane Maculan. PROPOSTA DE UM ALGORITMO PARA FORMULAÇÃO DE RAÇÕES TOTAIS PARA VACAS EM LACTAÇÃO. Lavras; ESAL, 1994. 84p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).

O presente trabalho foi desenvolvido objetivando obter um algoritmo, baseado em módulos, para o cálculo de ração total para vacas leiteiras (ração de mínimo custo e nutricionalmente balanceada). O sistema desenvolvido consta da entrada dos dados de produção do animal (peso vivo, dias em gestação, número de lactações, produção de leite, teor de gordura no leite e concentração de energia da ração), escolha do volumoso e cálculo de sua proporção de acordo com as exigências nutricionais do animal além do cálculo da ração concentrada. O cálculo da proporção de volumoso é feito através de várias equações de consumo, que possibilita a escolha da proporção de volumoso a ser ingerido. O sistema desenvolvido permite o cadastro de alimentos volumosos e concentrados com sua respectiva composição bromatológica. O algoritmo proposto e implementado mostrou-se eficiente para o cálculo de rações totais para vacas leiteiras, sendo de utilização fácil e prática.

* Orientador: Júlio César Teixeira. Membros da banca: Antônio Ilson Gomes de Oliveira, Juan Ramon Olalquiaga Perez, André Luiz Zambalde e Paulo César Lima.

SUMMARY

PROPOSAL OF AN ALGORITHM TO FORMULATE TOTAL RATIONS FOR DAIRY COWS

This work was carried out to develop an algorithm to calculate a nutritional balanced total ration by a minimum cost, whose algorithm was based in modulus. The algorithm consists of data input (live weight, pregnancy days, lactations number, milk production, milk fat and ration energy concentration), forage selections and calculations of its proportions according of the requirements and concentrated ration calculus. Such calculations of proportions of forages are made using several equations, permitting the choosing of forages ratios. The proposed system also allows the cadaster of forages and concentrates and their respective composition. The proposed and implemented algorithm showed efficient itself to formulate total rations in a easy and simple way.

1 INTRODUÇÃO

Na área de alimentação de animais, um dos aspectos da mais alta importância é o da formulação de rações, que visa o fornecimento de um balanço adequado de nutrientes para garantir níveis elevados de produção com a máxima eficiência: "nutrientes corretos em quantidades adequadas para o animal no momento certo" (Mattos, 1993).

Muitos métodos manuais para formulação de rações foram propostos sem sucesso, implicavam na resolução de sistemas de equações complexos, requerendo muito tempo e trabalho. Com o advento dos computadores, a programação linear tornou-se um instrumento de grande versatilidade, pois permite a utilização de programas para chegar-se em pouco segundos a uma ração de mínimo custo nutricionalmente balanceada.

Atualmente existem vários sistemas para formulação de rações com facilidades indiscutíveis. Porém, estes programas exigem grande esforço do usuário quanto ao fornecimento de dados, pois para formular diferentes rações o usuário tem que fornecer, continua e repetidamente, os dados necessários e esse fornecimento de dados torna-se desgastante. Não se conhece um programa completo para a formulação de rações para vacas em lactação, que se preocupe em suprir a exigência de fibra, que é

indispensável para os ruminantes em geral.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é implementar, descrever e avaliar um algoritmo para formulação de ração total para vacas em lactação, utilizando um sistema de equações desenvolvidas por Mertens (1992), na qual temos a proporção de volumoso ideal para produção de leite desejada. Apresenta-se também um módulo de seleção econômica dos ingredientes, com o propósito de minimização do custo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A IMPORTÂNCIA DA RAÇÃO NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS

De acordo com as normas existentes atualmente, a ração animal é definida como sendo "mistura de diversos alimentos capaz de atender as necessidades nutritivas para a manutenção e produção dos animais a que se destina" (Faria, 1990).

Quando se fala em alimentação de vacas leiteiras, a primeira reação é sempre a de relacioná-la com os custos de produção. Essa preocupação é justa, já que 50 a 70% do custo operacional de produção de leite podem ser atribuídos à alimentação. Apesar disso, a importância da alimentação para um rebanho não pode ser medida somente em termos de custo pois ela pode estar também relacionada com eficiência de produção, qualidade do leite, saúde, reprodução e bem-estar geral das matrizes produtoras (Faria, 1990).

As vacas leiteiras são animais que apresentam exigência nutricional muito elevada, como consequência do fato de ser a produção de leite uma atividade muito complexa. O conhecimento e o atendimento das exigências nutricionais das vacas leiteiras passam a ser fundamentais para os programas de alimentação, principalmente quando as vacas são de alta produção. Uma grande

o atendimento das exigências nutricionais das vacas leiteiras passam a ser fundamentais para os programas de alimentação, principalmente quando as vacas são de alta produção. Uma grande variedade de sistemas de alimentação, envolvendo o uso de diferentes alimentos podem ser usados na criação de vacas leiteiras com sucesso. Na realidade, qualquer sistema tem que garantir um perfeito balanceamento de nutrientes (energia, proteína, minerais e vitaminas) que deverão ser oferecidos às vacas através de alimentos palatáveis.

A formulação de um certo tipo de ração exige prévio conhecimento sobre os ingredientes a serem utilizados, seus preços no mercado e sua técnica de preparo.

Com o desenvolvimento da tecnologia associado à pesquisa sobre a nutrição animal, nos últimos anos foi possível obter um conhecimento bem mais detalhado sobre as exigências nutricionais. Mas, para que se obtenha uma melhor vantagem dessas informações, torna-se necessário recorrer a métodos mais sofisticados de formulação de rações, de modo a se conseguir misturas que contenham todos os nutrientes aos níveis adequados e a um custo compatível.

2.1.1 QUALIDADE DO VOLUMOSO E QUANTIDADE DE CONCENTRADO

O fornecimento de grandes quantidades de alimentos concentrados para vacas de leite, é consequência do uso de alimentos de baixa qualidade. A ingestão de quantidades

excessivas de alimentos concentrados pode causar sérias conseqüências, tais como abaixamento no teor de gordura do leite, empanzinamento, indigestão aguda (acidose) e também problemas de cascos (Huber, 1980 e 1989). Para Lucci (1987) a grande incidência de problemas de cascos observada nos rebanhos confinados no Brasil pode ser atribuída, na maioria das vezes, ao uso excessivo de alimentos concentrados nas dietas de vacas em lactação.

A qualidade do volumoso usado na alimentação de vacas de alta produção é considerado de importância fundamental também para a economia do sistema produtivo (Huber, 1980).

Uma simulação do fornecimento de concentrado na base de 1 kg para cada 2,5 kg de leite, feita pelo NRC (1989), indica que, nessas circunstâncias, existe a tentativa de deixar para o volumoso uma parcela muito pequena das exigências diárias de uma vaca leiteira (Quadro 1). Entretanto, pode-se verificar que, com a ração proposta, quase que todas as exigências em proteína, cálcio e fósforo foram atendidas, mas que, para o caso de energia, a responsabilidade do volumoso ainda será grande. Se a forragem não for de boa qualidade o consumo será reduzido e, nessas circunstâncias, a ingestão de nutrientes será diminuída porque a composição química bromatológica também será baixa. Assim sendo as exigências totais da vaca não serão atendidas.

QUADRO 1- Efeito do fornecimento de quantidade elevada de concentrado sobre o atendimento das exigências de vacas leiteiras.

Produção leite/dia kg	Concentrado por dia kg(a)	Concentrado na dieta %(b)	% exigências diárias a serem atendidas pelo volumoso			
			NDT	PB	Ca	P
20	8	44,0	40	15	18	15
25	10	49,8	35	12	14	9
30	12	52,8	30	9	10	5
35	14	56,0	28	8	8	2
40	16	58,6	25	6	6	0
45	18	60,9	23	5	4	0
50	20	62,8	21	4	3	0

(a) Proporção de 2,5 kg de leite para 1 kg concentrado contendo 22% PB, 75% de NDT, 0,83% Ca e 0,56% P.

(b) Em relação ao consumo total de MS estimado para o cálculo.

Nos sistemas de produção onde os concentrados são fornecidos em quantidades grandes, separadamente dos volumosos, torna-se difícil estabelecer um controle efetivo sobre a relação volumoso:concentrado da dieta. Geralmente a ingestão de concentrado é total, mas a do volumoso pode sofrer variações, relacionada com a qualidade do volumoso (Faria, 1989).

A nutrição equilibrada deve ser objetivo a ser alcançado no estabelecimento de rebanhos de alta produção.

2.1.2 ESCOLHA DOS ALIMENTOS

A primeira providência a ser tomada na formulação de rações refere-se a escolha dos alimentos para compor a mistura. A escolha deverá ser baseada principalmente no preço, qualidade e disponibilidade dos ingredientes alimentares. Os preços desses ingredientes estão intimamente relacionados com a composição nutritiva e disponibilidade de mercado. Há certos ingredientes cuja oscilação de preços e disponibilidade estão relacionados com a sazonalidade da sua produção. O milho e o sorgo são exemplos deste tipo de ingredientes.

Existem muitos produtos utilizados na alimentação de animais e que são caracterizados com maior ou menor detalhe, dependendo de sua disponibilidade local ou regional. Alimentos como o milho, farelo de soja, farelo de algodão, farelo de trigo etc. possuem dados de composição bastante completos, ao passo que outros como farelo de coco, farelo de gergelim, aguapé, como são pouco utilizados, não possuem caracterização completa (Mattos, 1990a).

As variações nos preços e disponibilidade é que tornam a formulação de rações um processo dinâmico, pois essas oscilações tornam praticamente impossível se obter fórmulas de custo mínimo utilizando-se fórmulas fixas.

A qualidade dos ingredientes é também um fator limitante para o desempenho biológico das rações. Uma ração

tecnicamente bem formulada pode não dar resultados satisfatórios se um ou mais ingredientes não corresponder às especificações de qualidade.

O conhecimento dos alimentos e de seu valor nutritivo é de suma importância para que o animal ruminante seja adequadamente nutrido e possa ter o desempenho desejado.

2.2 IMPORTANCIA DA FIBRA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS

Os alimentos volumosos possuem, de modo geral, levada concentração da fração conhecida como parede celular, e que contém celulose, hemicelulose, lignina, pectina e sílica (Mattos, 1990b).

Os alimentos fibrosos tem uma função importante na ração dos ruminantes, principalmente na das vacas leiteiras, que exigem um nível adequado de fibra na ração para o funcionamento normal do rumén e manutenção do teor de gordura do leite (Van Soest, 1963; Coelho, 1979; Clark e Davis, 1980).

Uma quantidade mínima de fibra é essencial para manter um balanço adequado da fermentação ruminal, prevenir depressão no teor de gordura do leite e queda do pH ruminal.

Também o tamanho de partícula influencia seu aproveitamento. A fibra na forma longa estimula o fluxo de saliva, a mistura da digesta no rumén e a capacidade tampão do conteúdo ruminal. Segundo Mertens, 1986 tanto a concentração de

importantes para tal estímulo. As forragens processadas a pequenos tamanhos são mais rapidamente consumidas e fermentadas no rúmen e isto reduz o tempo de ruminação, resultando na diminuição do teor de gordura do leite (Santini et al., 1983; Shaver, Jorgensen, Satter, 1984 e Mertens, 1992).

A limitação ao uso da Fibra em Detergente Neutro (FDN) na formulação de rações para vacas em lactação esta relacionada ao fornecimento de subprodutos com fibra alta, que são moídos finamente, diminuindo a atividade de mastigação, não tendo efeito na manutenção do pH ruminal (Mertens et al., 1986). Segundo Mertens, outro efeito da trituração do material é o aumento do consumo destes alimentos, porque o volume ocupado pelo alimento moído é menor que aquele do alimento não processado.

A fibra é requerida para o funcionamento e metabolismo normal do rúmen e por isso, a qualidade da fibra torna-se um fator muito importante na dieta dos ruminantes, particularmente de vacas em lactação (Mertens, 1992).

Mertens, 1985 desenvolveu um sistema para prever o consumo este em função do animal, do alimento e das condições de alimentação. Se a densidade energética da ração é alta (baixa concentração de fibra) em relação as exigências do animal o rúmen não ficara repleto. Entretanto se a ração foi formulada para uma densidade energética baixa (teor de fibra elevado) relativo aos requerimentos do animal, o consumo será limitado pelo efeito de "enchimento".

A fibra é uma variável importante na dieta de vacas leiteiras de alta produção, especialmente na primeira fase da lactação. Ela está geralmente relacionada com a proporção de forragem na dieta, embora a quantidade de fibra, proveniente dos grãos de cereais nas dietas concentradas, possa ser significativa. No caso do gado de leite, a fibra é uma variável que precisa ser considerada nos seus limites de utilização. Existe um limite mínimo necessário para o funcionamento normal do rúmen e para a manutenção do teor de gordura do leite, no entanto o teor máximo de fibra é determinado pela densidade energética exigida. Animais de alta produção requerem dietas com alta densidade energética e este é um fator limitante para dietas constituídas basicamente de forrageiras (Mertens, 1985).

2.2.1 FORMULAÇÃO DA RAÇÃO CONTENDO O MÁXIMO DE FIBRA

O teor de Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Energia Líquida (EL) da ração pode ser alterado pela mudança na proporção volumoso:concentrado. As equações de estimativas de consumo apresentadas por Mertens (1992), levam a uma fórmula que permite a estimativa da proporção máxima de forragem numa ração, suprimindo as necessidades de energia para um determinado nível de produção. A fórmula para o cálculo da proporção máxima de forragem na ração para suprir os requerimentos de energia e imposições de consumo

de uma ração padrão é:

$$F_{\text{máx}} = \frac{(\text{CCFDN} \times \text{ELC}) - (\text{REL} \times \text{FDNC})}{\text{CCFDN} \times (\text{ELC} - \text{ELV}) + \text{REL} \times (\text{FDNV} - \text{FDNC})}$$

onde:

$F_{\text{máx}}$ = proporção máxima de volumoso na ração total.

$\text{CCFDN} = 1,2 \times \text{PV}/100$ = capacidade de consumo de FDN em kg/d

$\text{ELC} = 1,90$ = EL média de uma mistura milho-farelo de soja
(Mcal/kg de MS)

$\text{ELV} = \text{EL}$ do volumoso (Mcal/kg de MS)

para leguminosas $\text{ELV} = 2,323 - 0,0216 \times (\% \text{FDN})$

para gramíneas $\text{ELV} = 2,863 - 0,0262 \times (\% \text{FDN})$

onde %FDN do volumoso expresso como % de matéria seca

$\text{FDNC} = 0,12$ = teor de FDN de uma mistura milho-farelo de soja

$\text{FDNV} = \text{teor de FDN do volumoso} (\% \text{MS})$

$\text{REL} = \text{Requerimento de Energia Líquida da vaca}$

$$= 0,08 \times (\text{PV} \times \text{Exp } 0,75) + 0,74 \times (\text{LCG}) - 4,92 \times (\text{PERDA}) + 5,12 \times (\text{GANHO})$$

onde PV = Peso Vivo (Kg)

$\text{LCG} = 0,40 \times (\text{LEITE}) + (\% \text{GORD}) \times (\text{LEITE})$

onde: LEITE = produção de leite (Kg/dia)

%GORD = teor de gordura do leite (%)

PERDA = perda de peso (Kg/dia)

GANHO = ganho de peso (kg/dia)

O $F_{\text{máx}}$ de volumoso é o limite superior para a proporção máxima de forragem nas rações para um grupo de vacas. Segundo Mertens, (1987) devemos utilizar $F_{\text{máx}}$ somente quando os concentrados estiverem caros e os volumosos abundantes. Devido às diferenças entre vacas, algumas delas não podem manter a produção de leite e a condição corporal com estas rações com o máximo de volumoso. A ração formulada deve conter a energia suficiente para garantir que a dieta não limite a produção, caso haja variações grandes nos potenciais de consumo e produção entre as vacas de um mesmo grupo.

Outro fator importante, que devemos levar em consideração é a temperatura ambiente. Segundo Mertens, 1987, se a temperatura elevada prejudicar o consumo, uma proporção mais elevada de concentrados deve ser usada para garantir uma maior densidade energética, necessária nos casos de redução de consumo, decorrentes das condições de alimentação.

Este sistema FDN-Consumo de Energia pode ser usado para se demonstrar o efeito das mudanças na qualidade dos volumosos e produção animal sobre as características das rações otimizadas para maximizar o consumo. Isto ocorre porque a proporção de volumoso da ração decresce com a elevação do teor de FDN dos volumosos ou com o incremento do nível de produção das vacas.

2.2.2 FORMULAÇÃO DE RAÇÃO CONTENDO O MÍNIMO DE FIBRA

Para assegurar que níveis adequados de fibra longa estejam presentes na ração, Mertens (1992) recomenda que no mínimo 70% da FDN da ração seja proveniente de volumosos inteiros ou picados grosseiramente. O teor mínimo de volumoso nas rações para vacas em lactação é determinado pela seguinte equação:

$$F_{\min} = \frac{FDNC \times 0,01 \times MIN}{FDNV \times (1 - 0,01 \times MIN) + FDNC \times 0,01 \times MIN}$$

onde:

F_{\min} = proporção mínima de volumoso na ração;

MIN = 70% = percentagem mínima de FDN total oriunda dos volumosos

FDNV = teor de FDN do volumoso (%MS)

FDNC = 0,12 = teor de FDN do concentrado

2.3 A FORMULAÇÃO DE RAÇÃO COMO UM PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO LINEAR

Programação linear é um método de planejamento a ser utilizado em situações onde se precisa optar por recursos limitados entre opções competitivas. Na formulação de uma ração de custo mínimo, tem-se um problema típico de programação linear, uma vez que se quer combinar alimentos da forma mais econômica

possível, porém satisfazendo restrições de ordem biológica, nutricionais ou logísticas (Marques, 1993).

A resolução consiste em determinar valores para as incógnitas x_1, x_2, \dots, x_k (quantidade de milho, de farelo de soja, etc.), componentes da função objetivo Z (custo da ração), expressada da seguinte forma:

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_kx_k \quad (1)$$

Procura-se otimizar Z satisfazendo-se, porém, as "m" restrições lineares (níveis mínimos e máximos de proteína, energia, cálcio, fósforo, etc):

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1k}x_k (\leq, \geq) b_1 \quad (2)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2k}x_k (\leq, \geq) b_2$$

$$\begin{array}{cccc} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{array}$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mk}x_k (\leq, \geq) b_m$$

$$x_1, x_2, \dots, x_k \geq 0$$

Na função objetivo (1), os coeficientes c_j ($j=1, 2, \dots, k$) são denominados coeficientes da função objetivo. No sistema de equações (2), os termos a_{ij} são chamados coeficientes técnicos, enquanto os termos b_i são normalmente denominados coeficientes RHS (do inglês "righthand side") (Bradley, 1977).

Solucionar o sistema proposto implica encontrar os valores

de x_1 a x_n (quantidade de milho, farelo de soja, etc) que minimizem o custo da ração (função objetivo (1)) mas que, ao mesmo tempo, satisfaçam as restrições indicadas no sistema. Quando o problema, mesmo com grande número de restrições, envolve apenas dois elementos. Entretanto nos problemas mais complexos são empregada técnicas matemáticas mais apropriadas, como o algoritmo SIMPLEX descrito por Bradley (1977) e Lanzer (1982).

3 METODOLOGIA

A função dos computadores é resolver problemas. Em geral, qualquer descrição de como resolver um problema é um algoritmo. Mais especificamente, um algoritmo é uma descrição de um número finito de passos, capazes de definir precisamente, os processos que produzirão um resultado específico. Um conjunto de instruções para o computador, descrevendo como executar o algoritmo, é chamado programa (Zambalde, 1991).

Os programas podem ser escritos em diversas linguagens, as quais o computador consegue compreender e executar.

Deseja-se aqui descrever, de forma simplificada, como serão processadas as principais atividades do algoritmo, para formulação de razão. O objetivo principal é dar uma visão do funcionamento global do sistema.

3.1 DESCRIÇÃO DO ALGORITMO

O sistema foi dividido em partes independentes e simples, baseado na modularização.

Para a programação dos módulos foi utilizada uma

linguagem estruturada, CLIPPER versão 5.0 (Vidal,1990). O CLIPPER .pgé um software que contém todas as facilidades e recursos necessários para a criação de sistemas de informação automatizados.

A figura-1 mostra o arranjo dos módulos do sistema. Cada quadro retangular representa um módulo. O módulo representa uma parte do software que produz alguma informação.

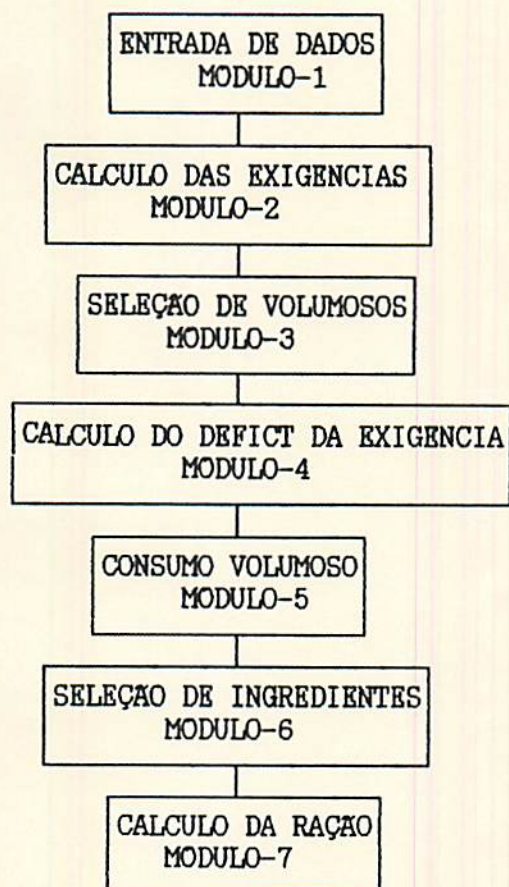


Fig.1 Arranjo dos Módulos

O módulo-1 possibilita a entrada dos dados do animal (Fig.2).

1 - Entrada de dados:

- Concentração de energia da ração
valores entre 0,95 a 1,05 da energia líquida requerida.
- Peso Vivo: 400 á 800 kg
- Dias de Gestação: 0 a 282 dias
- Numero de lactações: 1 a 3
- Opções de consumo:
Perda de peso - consumo menor que a exigência
Mesmo peso - consumo igual a exigência
Ganho de Peso - consumo maior que a exigência
- Produção de leite: 0 a 66 kg
- Gordura do leite: 0 a 5.5%

CLIENTE :	
PROGRAMA: CALCULO DE EXIGENCIA NUTRICIONAIS	DATA:

VACAS EM GESTACAO OU LACTACAO

Concentracao Energia Racao/MRC...:
 Peso Vivo em Kg.....:
 Dias de gestacao.....:
 Numero de lactacoes.....:
 Opcoes de consumo.....:
 Producao de Leite em Kg.....:
 Gordura do Leite (%)......:

Mensages: Teor de gordura entre 0.0 a 5.5 %, <<ESC>> Retorna Campo
--

Figura 2 - Entrada de dados

No módulo-2 temos a rotina computacional com as exigências do animal (Fig.3) para manutenção e produção, baseado no NRC de 1989. O NRC (Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos), resume informações de milhares de trabalhos de pesquisa relativos à nutrição, metabolismo e exigência dos animais domésticos.

CLIENTE :	
PROGRAMA: CALCULO DE EXIGENCIA NUTRICIONAIS	DATA:

VACAS EM GESTACAO OU LACTACAO

Alteracao de peso na lactacao.....:

Consumo materia seca.....:

ELL necessaria.....:

EM necessaria.....:

EB necessaria.....:

NDT minimo necessario.....:

Proteina bruta.....:

Proteina nao degradada no rumen(PNDR)....:

Proteina degradada no rumen.....:

Consumo proteina necessaria.....:

Calcio necessario.....:

Fosforo necessario.....:

Vitamina A necessario.....:

Vitamina D necessario.....:

PNDR da proteina consumida.....:

Mensagem: <<ENTER>> Continua, F2 Imprime, <<ESC>> Abandona
--

Fig.3 - Exigências do animal

No módulo-3 (Fig.4) temos o arquivo de volumosos, mais utilizados para vacas em lactação, segundo NRC, 1989 e Teixeira, 1991. O usuário poderá escolher no máximo três alimentos volumosos dentro da tabela. É também permitido ao usuário a inclusão de novos alimentos e seus nutrientes. Para selecionar o volumoso tecla <<ENTER>>, para finalizar a escolha tecla ^ End.

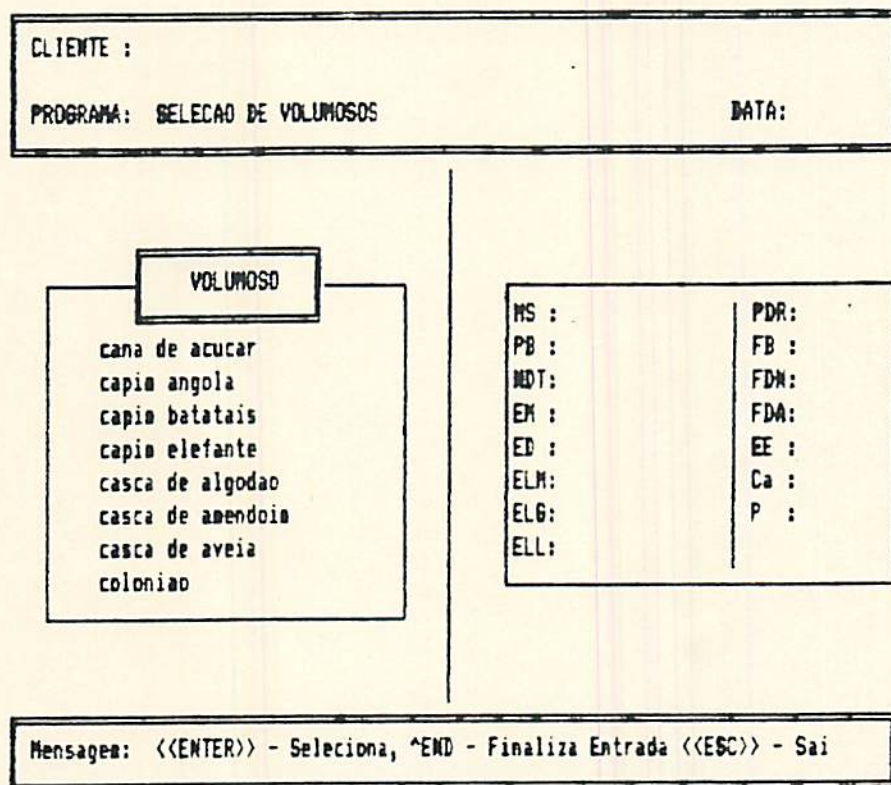


Fig.4 - Seleção de volumosos

Também no módulo-3 é calculado a proporção de volumoso de acordo com as exigências do animal (Fig.5). O cálculo desta proporção é feita através de várias equações de consumo desenvolvidas por Mertens, 1985 (descritas anteriormente). No final deste módulo temos o F_{\max} (proporção máxima de volumoso que a vaca pode ingerir) e F_{\min} (proporção mínima de volumoso necessária para atender a exigência em fibra do ruminante). Para finalizar este módulo temos que escolher um valor entre o limite máximo de volumoso (F_{\max}) e o mínimo de volumoso (F_{\min}), podendo também ser igual ao F_{\max} ou F_{\min} . A proporção de volumoso é apresentada em percentagem.

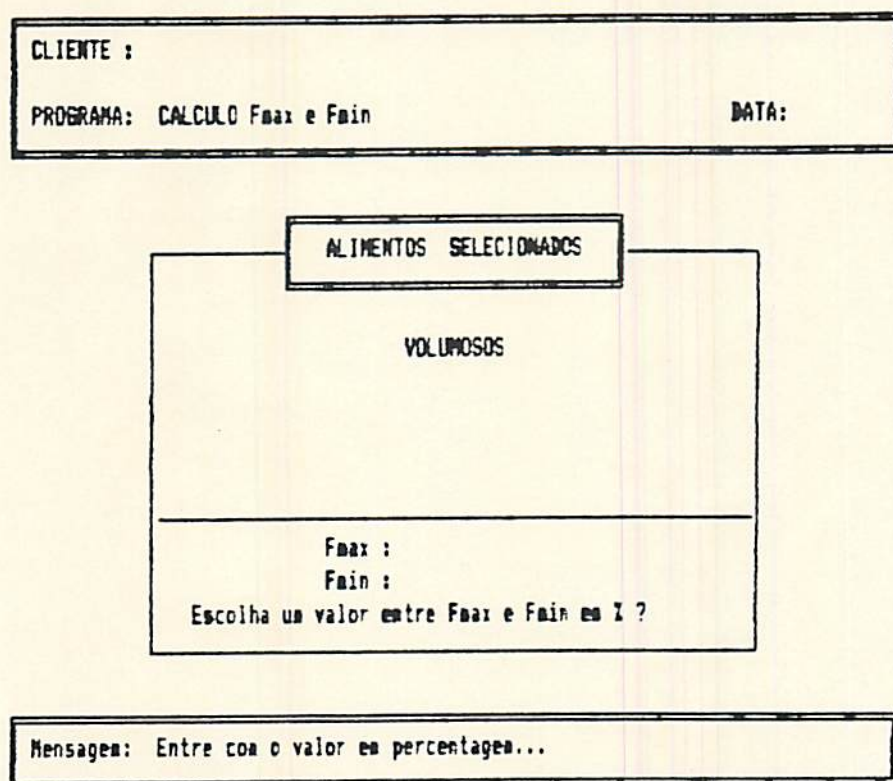


Fig.5 - Proporção de volumoso



Após a escolha da proporção de volumoso temos a diferença entre a exigência inicial e a quantidade suprida pelo volumoso, com base na matéria seca (BASE MS) no módulo-4 (Fig.6). Baseado nesta exigência final (BASE MS) será calculado a ração concentrada.

CLIENTE :	
PROGRAMA: Exigencias Finais	DATA:

	EXIGENCIAS INICIAIS	SUPRIDAS VOLUNOSO	BASE MS
MS (Kg)....:			
PB (Kg)....:			
NDT (Kg)....:			
ELL (Mcal):			
PDR (g)....:			
Ca (g).....:			
P (g).....:			

Mensagem: <<ENTER>> Continua

Fig.6 - Exigência Final

1 - [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible text]

[illegible text]

[illegible text]

[illegible text]

[illegible text]

Módulo-5 temos o consumo de volumoso baseado na matéria natural (Fig.7). Temos os alimentos volumosos escolhidos, sua proporção, quantidade de matéria seca(MS) que cada alimento contém e quantidade de matéria verde (MV) que o animal vai consumir.

CLIENTE :		
PROGRAMA: CONSUMO DE VOLUMOSO		DATA:

VOLUMOSOS SELECIONADOS		
ALIMENTOS	PROPORCAO MS	MV

Mensagem: Tecla <<ENTER>>...

Fig.7 - Consumo de volumoso

No módulo-6 temos o cadastro de alimentos concentrado (Fig.8) para formulação da ração concentrada, no qual o usuário pode também incluir outros alimentos e nutrientes, se necessário.

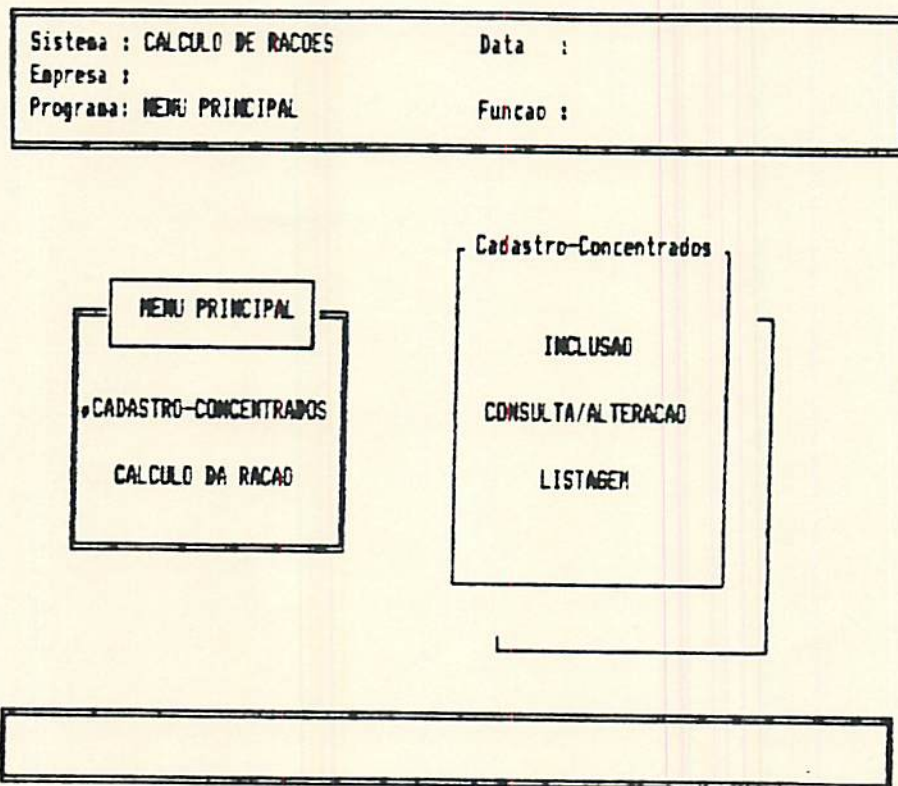


Fig.8 - Cadastro de Alimentos

No módulo-7 temos o cálculo da ração concentrada (Fig.9), finalizando o sistema proposto. Dividido em etapas, na qual temos:

- 1 - Seleção de alimentos para o cálculo da ração.
- 2 - Alteração de alimentos com seguintes opções:
 - . incluir novos alimentos para o cálculo da ração
 - . excluir alimentos já selecionados
 - . incluir ou alterar limitações
 - . excluir limitação
 - . alterar preço
- 3 - Listagem da seleção ou da exigência
- 4 - Cálculo da ração.

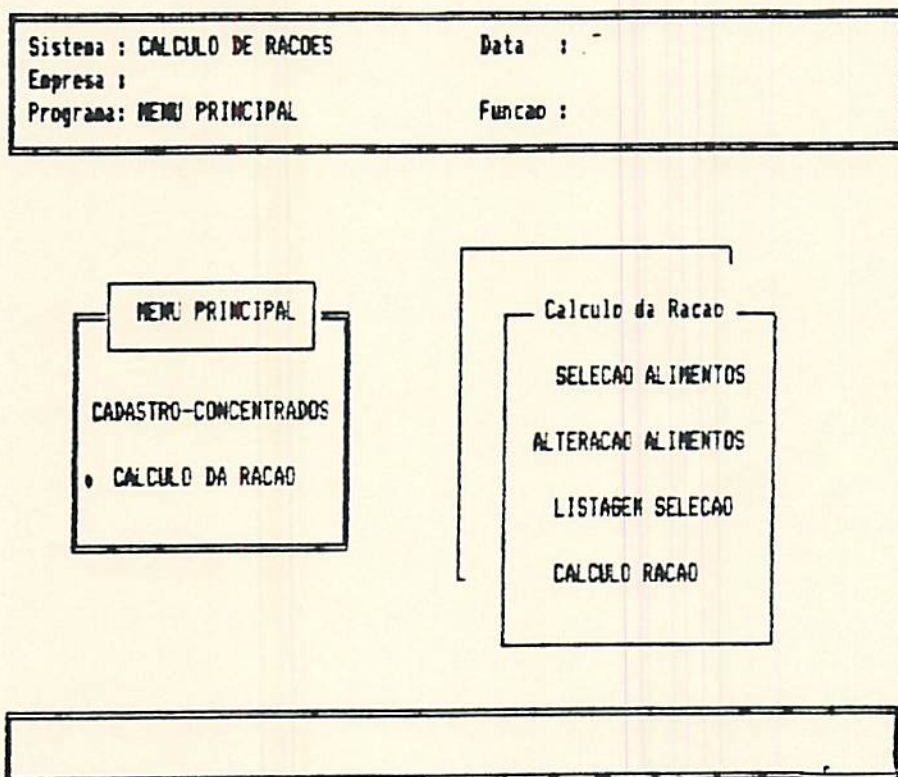


Fig.9 - Cálculo da ração concentrada

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema desenvolvido foi experimentalmente avaliado, através de cálculos manuais, para comparação dos resultados.

Para esta avaliação, optou-se pela utilização de várias situações que ocorre com o produtor, durante todo período de produção. Tais situações serão descritas a seguir.

4.1. ALTA PRODUÇÃO DE LEITE COM VOLUMOSO DE BAIXA QUALIDADE

4.1.1 Cálculos Manuais

Considerando-se uma vaca em lactação com 600 kg de peso Vivo, produzindo 30kg de leite com 3,5% de gordura. Com 30 dias de gestação. Sendo o consumo igual a exigência.

Volumoso: Bagaço de cana

$F_{\text{máx}} = 26,82 \%$ (proporção máxima deste volumoso na ração total)

$F_{\text{min}} = 22,25\%$ (proporção mínima deste volumoso necessária para atender a exigência de fibra do animal).

Os valores de $F_{\text{máx}}$ e F_{min} estão bem próximos, devido a qualidade do volumoso utilizado. Sempre que utilizarmos um

volumoso de baixa qualidade, para vaca em alta produção ocorrerá esta limitação. Estes valores demonstram o efeito da qualidade do volumoso sobre a produção de leite.

Os cálculos estão apresentados no Anexo

Temos agora que escolher a proporção de volumoso entre $F_{\text{máx}}$ e F_{min} .

Por exemplo 26,00%

A tabela de exigência mostra um consumo de matéria seca (MS) de 19,58 kg, onde: 26% será de bagaço de cana = 5,08 kg MS

74% será de ração concentrada = 14,50 kg MS

Tabela 1 - Balanceamento pelo volumoso:

	PB(Kg)	ELL(Mcal)	PDR(g)	NDT(Kg)	Ca(g)	P(g)
Exigência do animal	3,072	31,31	1838	13,74	115,8	73,8
Bagaço de Cana(em 5,08kg MS)	0,08	4,89	0	2,23	45,8	14,2
Déficit	2,992	26,42	1838	11,51	70,0	59,6

Consumo de volumoso na matéria verde= $(5,08 \times 100) / 91$ kg

= 5,59 kg de Bagaço de cana

Assim a ração concentrada necessita de:

20,67% PB

1.82 Mcal/kg

61,36% PDR

79,14% NDT

0.48% Ca

0.41% P

O bagaço de cana é um volumoso de baixa qualidade (disponibilidade de nutrientes é realmente pequena) o que limita sua utilização.

Tabela 2 Balanceamento da mistura concentrada:

	kg	PB(%)	PDR(%)	NDT(%)	ELL(Mcal/kg)	Ca(%)	P(%)
Milho	60,57	3,57	36,34	51,48	1,18	0,34	0,06
F. Algodão	39,23	17,27	27,44	27,46	0,70	0,07	0,38
Calcareo	0,20	-	-	-	-	0,07	-
Total	100	20,84	63,78	78,94	1,88	0,48	0,44

Consumo: - 5,59 kg de Bagaço de cana

- 14,50 kg de concentrado

4.1.2 Sistema Proposto

Pelo sistema proposto observamos na Fig.10 a entrada de dados referente ao animal, para o cálculo de sua exigência. Estes dados são referentes ao exemplo anterior feito manualmente para comparação.

CLIENTE :	
PROGRAMA: CALCULO DE EXIGENCIA NUTRICIONAIS	DATA:

VACAS EM GESTACAO OU LACTACAO

Concentracao Energia Racao/NRC.: 1.00

Peso Vivo em Kg.....: 600.00

Dias de gestacao.....: 30

Numero de lactacoes.....: 2

Opcoes de consumo.....: Consumo Igual Exigencia

Producao de Leite em Kg.....: 30.00

Gordura do Leite (%): 3.5

Mensagem: Teor de gordura entre 0.0 a 5.5 %, <<ESC>> Retorna Campo
--

Fig. 10 - Entrada de dados

Na Fig.11 temos o cálculo da exigência do animal, através das tabelas do NRC de 1989. Temos a quantidade de cada nutriente necessário para atingir a produção desejada, de acordo com os dados de entrada

CLIENTE :			
PROGRAMA: CALCULO DE EXIGENCIA NUTRICIONAIS		DATA:	
VACAS EM GESTACAO OU LACTACAO			
Alteracao de peso na lactacao.....:	0.000	KG	
Consumo materia seca.....:	19.58	KG	3.26 % PV
ELL necessaria.....:	31.31	MCAL	1.60 MCAL/KG
EM necessaria.....:	52.36	MCAL	2.67 MCAL/KG
ED necessaria.....:	60.57	MCAL	3.09 MCAL/KG
NDT minimo necessario.....:	13.74	KG	70.16 % MS
Proteina bruta.....:	3072	G	15.69 % MS
Proteina nao degradada no rumem(PNDR)....:	1069	G	5.46 % MS
Proteina degradada no rumem.....:	1838	G	9.39 % MS
Consumo proteina necessaria.....:	2907	G	14.85 % MS
Calcio necessario.....:	115.8	G	0.592 % MS
Fosforo necessario.....:	73.8	G	0.377 % MS
Vitamina A necessario.....:	45600	UI	2329 UI/KG
Vitamina D necessario.....:	18000	UI	919 UI/KG
PNDR da proteina consumida.....:			36.76 % PC
Mensagem: <<ENTER>> Continua, F2 Imprime, <<ESC>> Abandona			

Fig.11 - Exigência do animal

Temos aqui uma série de volumosos com seus respectivos nutrientes. Para selecionar utilizamos a tecla <<enter>>. No caso deste exemplo escolhemos o bagaço de cana (Fig.12). Para finalizar a escolha tecle ^End.

CLIENTE :	
PROGRAMA: SELECAO DE VOLUMOSOS	DATA:

<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">VOLUMOSO</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> • bagaco-c cana de acucar capim angola capim batatais capim elefante casca de algodao casca de amendoim casca de aveia 	VOLUMOSO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">MS : 91.00 %</td> <td style="padding: 2px 5px;">PDR: 0.00 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">PB : 1.50 %</td> <td style="padding: 2px 5px;">FB : 49.00 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">NDT: 1.94 %</td> <td style="padding: 2px 5px;">FDN: 97.85 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">EM : 1.51 Mcal/Kg</td> <td style="padding: 2px 5px;">FDA: 61.00 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">ED : 4.00 Mcal/Kg</td> <td style="padding: 2px 5px;">EE : 0.40 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">ELM: 0.75 Mcal/Kg</td> <td style="padding: 2px 5px;">Ca : 0.90 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">ELG: 0.22 Mcal/Kg</td> <td style="padding: 2px 5px;">P : 0.28 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">ELL: 0.96 Mcal/Kg</td> <td></td> </tr> </table>	MS : 91.00 %	PDR: 0.00 %	PB : 1.50 %	FB : 49.00 %	NDT: 1.94 %	FDN: 97.85 %	EM : 1.51 Mcal/Kg	FDA: 61.00 %	ED : 4.00 Mcal/Kg	EE : 0.40 %	ELM: 0.75 Mcal/Kg	Ca : 0.90 %	ELG: 0.22 Mcal/Kg	P : 0.28 %	ELL: 0.96 Mcal/Kg	
VOLUMOSO																		
MS : 91.00 %	PDR: 0.00 %																	
PB : 1.50 %	FB : 49.00 %																	
NDT: 1.94 %	FDN: 97.85 %																	
EM : 1.51 Mcal/Kg	FDA: 61.00 %																	
ED : 4.00 Mcal/Kg	EE : 0.40 %																	
ELM: 0.75 Mcal/Kg	Ca : 0.90 %																	
ELG: 0.22 Mcal/Kg	P : 0.28 %																	
ELL: 0.96 Mcal/Kg																		

Mensagem: <<ENTER>> - Seleciona, ^END - Finaliza Entrada <<ESC>> - Sai
--

Fig.12 - Seleção de volumoso

Para o cálculo da proporção de volumoso escolhemos o $F_{\text{máx}}=26,0\%$, para que pudéssemos observar a utilização máxima de volumoso de baixa qualidade em relação uma produção elevada de leite (Fig.13)

CLIENTE :		
PROGRAMA: CALCULO F_{max} e F_{min}		DATA:

ALIMENTOS SELECIONADOS
VOLUMOSOS
bagaco-c
F_{max} : 0.2682 26.82 %
F_{min} : 0.2225 22.25 %
Escolha um valor entre F_{max} e F_{min} em % ? 26.

Mensagem: Entre com o valor em percentagem...

Fig.13 - Cálculo do $F_{\text{máx}}$ e F_{min}

Após a escolha da proporção de volumoso temos a diferença entre a exigência inicial e a quantidade suprida pelo volumoso com base na matéria seca(MS), na qual será calculada a ração concentrada (Fig.14).

CLIENTE :	
PROGRAMA: Exigencias Finais	DATA:

	EXIGENCIAS INICIAIS	SUPRIDAS VOLUMOSO	BASE MS
MS (Kg)....:	19.58	5.09	14.49 Kg
PB (Kg)....:	3.07	0.08	20.67 %
NDT (Kg)....:	13.74	2.36	14.14 %
ELL (Mcal)::	31.31	4.89	1.82 Mcal/Kg
PDR (g)....:	1838.00	0.00	61.36 %
Ca (g).....:	115.80	45.81	0.48 %
P (g).....:	73.80	14.25	0.41 %

Mensagem: <ENTER> Continua

Fig. 14 - Exigência Final

Na Fig.15 temos o consumo de matéria verde(MV), que representa a quantidade de bagaço de cana que o animal vai ingerir.

CLIENTE			
PROGRAMA: CONSUMO DE VOLUMOSO		DATA:	

VOLUMOSOS SELECCIONADOS			
ALIMENTOS	PROPORCAD	MS	MV
bagaco-c	100.00%	91.00%	5.59

Mensagem: Tecla <<ENTER>>...

Fig.15 - Consumo de Matéria Verde

Após a escolha dos alimentos para ração concentrada temos o cálculo da ração de mínimo custo, na qual os resultados estão apresentados na Fig.16. O teor de proteína bruta (PB) elevado 20,67% é devido exclusivamente ao fornecimento de um volumoso de baixa qualidade, ficando para o concentrado a responsabilidade de suprir a exigência.

CALCULO DE RACOES DE CUSTO MINIMO

==> CALCULO DE MINIMO CUSTO <==

==> Matriz: 0001-TESTE1 <==

Pag. 01

Alimentos	Quantidade	Custo	Menor	Preco	Maior
CALCAREO	0.200	0.00	0.00	0.02	0.17
MILHO, MOIDO	61.003	10.37	0.04	0.17	0.18
ALGODAO, FAREL	38.797	6.98	0.17	0.18	1.14
Total...	100.000	17.36		Preco/kg...	0.17

Alimentos nao usados	Preco	Preco de Oportunidade
----------------------	-------	-----------------------

Recursos	Requerido	Na Racao	Diferenca
ELL	1.8200	1.8901	0.0701(3.853%)
P	0.4100	0.5111	0.1011(24.647%)
PDR	61.3600	63.7597	2.3997(3.911%)
Ca	0.4800	0.5052	0.0252(5.248%)

Recursos	Na racao	Custo adicional	Limite B	Limite A
PB	20.6700	0.00	23.3359	17.0378
PESO	100.0000	0.00	100.0000	96.4696
li= CALCAREO	0.2000	0.00	0.1326	3.7304

Fig.16 - Ração Concentrada

Considerações sobre o exemplo:

O animal deverá receber 5,59 kg de bagaço de cana e 14,50kg da ração concentrada, para atender sua exigência de produção.

O bagaço de cana é um volumoso de baixa qualidade, o que limita sua utilização. No caso de vacas em alta produção, a utilização de um volumoso de baixa qualidade, observamos o F_{\min} e o F_{\max} bem próximos (22,25% a 26,82%), apenas o mínimo necessário para atender a exigência de fibra que o animal necessita.

Praticamente toda a exigência do animal em nutrientes será suprida pela ração concentrada, como podemos observar na Fig.16. Os alimentos utilizados para o cálculo da ração concentrada, depende da disponibilidade e custo de oportunidade dos alimentos, em cada região.

4.2 ALTA PRODUÇÃO DE LEITE COM VOLUMOSO DE ALTA QUALIDADE

4.2.1 Cálculos Manuais

Considerando-se uma vaca em lactação com 600kg peso vivo, produzindo 30 kg de leite com 3,5% de gordura. Com 30 dias de gestação. Sendo o consumo igual a exigência.

Volumoso: Feno de Alfafa

F_{\max} = 86,35%

F_{\min} = 41,18%

Fmáx= 86,35%

Fmin= 41,18%

No caso de um volumoso de boa qualidade, observamos que o Fmáx poderá suprir até 86,35% da exigência em matéria seca, sem causar qual distúrbio ao animal. Utilizando o Fmáx praticamente atenderemos a exigência total de nutrientes. A responsabilidade do concentrado com relação a produção de leite será pequena.

Os cálculos estão apresentados no Anexo.

Escolher a proporção de volumoso entre Fmáx e Fmin

Por exemplo 86%

A tabela de exigência mostra um consumo de matéria seca igual 19,58 kg.

Onde: 86% será de Feno de Alfafa = 16,84 kg MS

14% será de ração concentrada = 2,74 kg MS

Tabela 3 - Balanceamento pelo volumoso

	FB(g)	ELL(Mcal)	NDT(Kg)	PDR(g)	Ca(g)	P(g)
Exigência do animal	3,072	31,31	13,74	1838	115,8	73,8
Feno de Alfafa (em 16,84kg MS)	3,37	23,91	10,61	2424,96	259,3	48,8
Deficit	-0,298	7,4	3,74	-	-	25

Com 86% de feno de alfafa atendemos praticamente toda a exigência. Utilizando o Fmáx temos 10,80% de proteína acima da exigência, esta proteína será utilizada na forma de energia para suprir o deficit de energia. O ideal seria utilizarmos até 75 da exigência em feno de alfafa e o restante em ração concentrada energética. Pois estariamos economizando proteína de alta qualidade e de custo elevado. O Fmáx pode atender praticamente toda a exigência do animal, dependendo exclusivamente da produção de leite e também da qualidade do volumoso. Se o volumoso não for de boa qualidade o animal não conseguirá atingir o consumo máximo de volumoso.

4.2.2 Sistema Proposto

Na Fig.17 observamos a entrada de dados referente ao animal. Seguindo os mesmos dados do cálculo manual.

CLIENTE :	
PROGRAMA: CALCULO DE EXIGENCIA NUTRICIONAIS	DATA:

VACAS EM GESTACAO OU LACTACAO

Concentracao Energia Racao/NRC.: 1.00
Peso Vivo em Kg.....: 600.00
Dias de gestacao.....: 30
Numero de lactacoes.....: 2
Opcoes de consumo.....: Consumo Igual Exigencia
Producao de Leite em Kg.....: 30.00
Gordura do Leite (%):.....: 3.5

Mensagem: Teor de gordura entre 0.0 a 5.5 %, <<ESC>> Retorna Campo
--

Fig.17- Entrada de Dados

Na Fig.18 temos cálculo da exigência do animal segundo NRC (1989).

CLIENTE :				
PROGRAMA: CALCULO DE EXIGENCIA NUTRICIONAIS			DATA:	
VACAS EM GESTACAO OU LACTACAO				
Alteracao de peso na lactacao.....:	0.000	KG		
Consumo materia seca.....:	19.58	KG	3.26	% PV
ELL necessaria.....:	31.31	MCAL	1.60	MCAL/KG
EM necessaria.....:	52.36	MCAL	2.67	MCAL/KG
ED necessaria.....:	60.57	MCAL	3.09	MCAL/KG
NDT minimo necessario.....:	13.74	KG	70.16	% MS
Proteina bruta.....:	3072	G	15.69	% MS
Proteina nao degradada no rumem(PNDR)....:	1069	G	5.46	% MS
Proteina degradada no rumem.....:	1838	G	9.39	% MS
Consumo proteina necessaria.....:	2907	G	14.85	% MS
Calcio necessario.....:	115.8	G	0.592	% MS
Fosforo necessario.....:	73.8	G	0.377	% MS
Vitamina A necessario.....:	45600	UI	2329	UI/KG
Vitamina D necessario.....:	18000	UI	919	UI/KG
PNDR da proteina consumida.....:			36.76	% PC
Mensagem: <<ENTER>> Continua, F2 Imprime, <<ESC>> Abandona				

Fig.18- Exigência do Animal

O volumoso selecionado neste exemplo é o Feno de Alfafa, na qual podemos observar na Fig.19. O feno de alfafa é um volumoso de alta qualidade nutritiva.

CLIENTE :	
PROGRAMA: SELECAO DE VOLUMOSOS	DATA:

<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">VOLUMOSO</td> </tr> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p>capim elefante casca de algodao casca de amendoim casca de aveia colonioa feijao guandu • feno de alfafa feno de bermuda</p> </div>	VOLUMOSO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">MS : 90.00 %</td> <td style="padding: 2px;">PDR: 72.00 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">PB : 20.00 %</td> <td style="padding: 2px;">FB : 22.00 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">NDT: 63.00 %</td> <td style="padding: 2px;">FDN: 40.00 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">EM : 2.35 Mcal/Kg</td> <td style="padding: 2px;">FDA: 29.00 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ED : 2.78 Mcal/Kg</td> <td style="padding: 2px;">EE : 3.80 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ELM: 1.48 Mcal/Kg</td> <td style="padding: 2px;">Ca : 1.54 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ELG: 0.89 Mcal/Kg</td> <td style="padding: 2px;">P : 0.29 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ELL: 1.42 Mcal/Kg</td> <td></td> </tr> </table>	MS : 90.00 %	PDR: 72.00 %	PB : 20.00 %	FB : 22.00 %	NDT: 63.00 %	FDN: 40.00 %	EM : 2.35 Mcal/Kg	FDA: 29.00 %	ED : 2.78 Mcal/Kg	EE : 3.80 %	ELM: 1.48 Mcal/Kg	Ca : 1.54 %	ELG: 0.89 Mcal/Kg	P : 0.29 %	ELL: 1.42 Mcal/Kg	
VOLUMOSO																		
MS : 90.00 %	PDR: 72.00 %																	
PB : 20.00 %	FB : 22.00 %																	
NDT: 63.00 %	FDN: 40.00 %																	
EM : 2.35 Mcal/Kg	FDA: 29.00 %																	
ED : 2.78 Mcal/Kg	EE : 3.80 %																	
ELM: 1.48 Mcal/Kg	Ca : 1.54 %																	
ELG: 0.89 Mcal/Kg	P : 0.29 %																	
ELL: 1.42 Mcal/Kg																		

Mensagem: <<ENTER>> - Seleciona, ^END - Finaliza Entrada <<ESC>> - Sai
--

Fig.19 - Seleção de Volumosos

Temos aqui o cálculo da proporção de volumoso, máximo e mínimo (F_{\max} e F_{\min}). Para o exemplo vamos utilizar o $F_{\max} = 86\%$, para observarmos o que acontece quando utilizamos uma quantidade máxima de um volumoso de alta qualidade, para vacas em alta produção (Fig.20).

CLIENTE :	
PROGRAMA: CALCULO F_{\max} e F_{\min}	DATA:

ALIMENTOS SELECIONADOS
VOLUMOSOS
feno de alfafa
$F_{\max} : 0.8635 \quad 86.35 \%$
$F_{\min} : 0.4118 \quad 41.18 \%$
Escolha um valor entre F_{\max} e F_{\min} em % ? 86.

Mensagem: Entre com o valor em percentagem...

Fig.20 - Cálculo de F_{\max} e F_{\min}

Após a escolha da proporção de volumoso temos a diferença entre a exigência inicial e a quantidade suprida pelo volumoso com base na matéria seca (Fig.21). Podemos observar que praticamente toda a exigência foi atendida, e temos 10,8% de proteína além da exigência. Faltando apenas energia 2,70 Mcal/kg, na qual podemos acrescentar 1,5 kg de milho para suprir este déficit de energia.

CLIENTE :			
PROGRAMA: CONSUMO DE VOLUMOSO		DATA:	

VOLUMOSOS SELECIONADOS			
ALIMENTOS	PROPORCAO	MS	MV
feno de alfafa	100.00%	90.00%	18.71

Mensagem: Tecla <<ENTER>>...

Fig.21- Exigências Finais

Na Fig.22 temos o consumo de matéria verde (MV), que representa a quantidade de feno de alfafa que o animal vai consumir.

CLIENTE :	
PROGRAMA: Exigencias Finais	DATA:

	EXIGENCIAS INICIAIS	SUPRIDAS VOLUMOSO	BASE MS
MS (Kg).....:	19.58	16.84	2.74 Kg
PB (Kg).....:	3.07	3.37	-10.80 %
NDT (Kg)....:	13.74	10.61	114.26 %
ELL (Mcal)..:	31.31	23.91	2.70 Mcal/Kg
PDR (g).....:	1838.00	2424.96	198.30 %
Ca (g).....:	115.80	259.34	-5.24 %
P (g).....:	73.80	48.84	0.91 %

Mensagem: <<ENTER>> Continua

Fig.22 - Consumo de Matéria Verde

Considerações sobre o exemplo:

Fornecer ao animal 18,71 kg de feno de alfafa e 1,50 kg de milho. O feno de alfafa caracteriza por ser fornecedor de uma boa fonte de proteína e cálcio. Utilizando a proporção máxima do volumoso, praticamente toda a exigência é suprida.

4.3 BAIXA PRODUÇÃO DE LEITE COM VOLUMOSO DE ALTA QUALIDADE

4.3.1 Cálculos Manuais

Considerando uma vaca em lactação com 400 kg peso vivo, produzindo 10 kg de leite com 3,5% de gordura. Com 120 dias de gestação. Consumo igual a exigência. Sendo o consumo igual a exigência.

Volumoso: Feno de Alfafa

$F_{\text{máx}} = 123,24\%$

$F_{\text{min}} = 41,18\%$

Os cálculos estão apresentados no Anexo

O feno de alfafa além ser um alimento rico em proteína solúveis, seu teor de FDN em torno de 40% faz com que o $F_{\text{máx}}$ ultrapasse 100%, quando o animal está produzindo pouco leite. A proporção de volumoso da ração aumenta quando o teor de FDN do volumoso diminui. Se utilizarmos o $F_{\text{máx}}$ certamente estaríamos desperdiçando um alimento de alta qualidade, pois o animal está em baixa produtividade e não compensaria este custo.

Escolher a proporção de volumoso entre $F_{\text{máx}}$ e F_{min}

No caso 41,18%

A tabela de exigência apresenta um consumo de matéria seca em torno de 10,20 kg

onde: 41,18 será de feno de alfafa = 4,20 kg de MS

58,82% será de concentrado = 6 kg de MS

Tabela 3 - Balançamento pelo volumoso

	PB(g)	ELL(Mcal)	NDT(%)	PDR(g)	Ca(g)	P(g)
Exigência do animal	1392	14,75	6,52	768	47,5	30,9
Feno de alfafa(em 4,2kgMS)	840	5,96	2,64	302	64,7	12,2
Deficit	552	8,79	3,88	466	-	18,7

Consumo de matéria verde $= (4,2 \times 100) / 90$

= 4,67 kg feno de alfafa

Assim a ração concentrada necessita de:

9,20% PB

64,57% NDT

1,46 Mcal/Kg

29,57% PDR

0,31% P

Tabela 4- Balançamento da mistura concentrada

	kg	PB(%)	PDR(%)	NDT(%)	ELL(Mcal/Kg)	Ca(%)	P(%)
Farelo de trigo	25,0	4,60	18,50	17,50	0,39	0,03	0,18
Milho	47,6	2,80	28,56	3,91	0,93	0,27	0,14
Farelo de soja	2,4	1,09	1,56	2,01	0,04	0,007	0,006
Raspa de mandioca	25,0	0,70	0	18,75	0,33	0,22	0,14
Total	100	9,19	48,62	42,17	1,69	0,527	0,386

Consumo de concentrado: 6 kg MS

4.3.2 Sistema Proposto

Na Fig.23 observamos a entrada de dados referente a um animal em baixa produção.

CLIENTE :		
PROGRAMA: CALCULO DE EXIGENCIA NUTRICIONAIS		DATA:

VACAS EM GESTACAO OU LACTACAO

Concentracao Energia Racao/NRC.: 1.00

Peso Vivo em Kg.....: 400.00

Dias de gestacao.....: 120

Numero de lactacoes.....: 2

Opcoes de consumo.....: Consumo Igual Exigencia

Producao de Leite em Kg.....: 10.00

Gordura do Leite (%):.....: 3.5

Mensagem: Teor de gordura entre 0.0 a 5.5 %, <<ESC>> Retorna Campo
--

Fig.23 - Entrada de Dados

Temos aqui o cálculo da exigência do animal segundo NRC (1989), de acordo com os dados de entrada (Fig.24).

CLIENTE :				
PROGRAMA: CALCULO DE EXIGENCIA NUTRICIONAIS			DATA:	
VACAS EM GESTACAO OU LACTACAO				
Alteracao de peso na lactacao.....:	0.000	KG		
Consumo materia seca.....:	10.20	KG	2.55	% PV
ELL necessaria.....:	14.75	MCAL	1.45	MCAL/KG
EM necessaria.....:	24.44	MCAL	2.40	MCAL/KG
ED necessaria.....:	28.75	MCAL	2.82	MCAL/KG
NDT minimo necessario.....:	6.52	KG	63.92	% MS
Proteina bruta.....:	1392	G	13.64	% MS
Proteina nao degradada no rumem(PNDR)....:	500	G	4.90	% MS
Proteina degradada no rumem.....:	768	G	7.53	% MS
Consumo proteina necessaria.....:	1268	G	12.43	% MS
Calcio necessario.....:	47.5	G	0.466	% MS
Fosforo necessario.....:	30.9	G	0.303	% MS
Vitamina A necessario.....:	30400	UI	2980	UI/KG
Vitamina D necessario.....:	12000	UI	1176	UI/KG
PNDR da proteina consumida.....:			39.44	% PC
Mensagem: <<ENTER>> Continua, F2 Imprime, <<ESC>> Abandona				

Fig.24 - Exigência do Animal

Na Fig.25 temos o volumoso selecionado com seus respectivos nutrientes.

CLIENTE :	
PROGRAMA: SELECAO DE VOLUMOSOS	DATA:

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">VOLUMOSO</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> feijao guandu • feno de alfafa feno de bermuda feno de braquiaria feno de gordura feno de pangola palha de arroz palha de trigo </td> </tr> </table>	VOLUMOSO	feijao guandu • feno de alfafa feno de bermuda feno de braquiaria feno de gordura feno de pangola palha de arroz palha de trigo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">MS : 90.00 %</td> <td style="padding: 2px;">PDR: 72.00 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">PB : 20.00 %</td> <td style="padding: 2px;">FB : 22.00 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">NDT: 63.00 %</td> <td style="padding: 2px;">FDN: 40.00 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">EM : 2.35 Mcal/Kg</td> <td style="padding: 2px;">FDA: 29.00 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ED : 2.78 Mcal/Kg</td> <td style="padding: 2px;">EE : 3.80 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ELM: 1.48 Mcal/Kg</td> <td style="padding: 2px;">Ca : 1.54 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ELG: 0.89 Mcal/Kg</td> <td style="padding: 2px;">P : 0.29 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ELL: 1.42 Mcal/Kg</td> <td></td> </tr> </table>	MS : 90.00 %	PDR: 72.00 %	PB : 20.00 %	FB : 22.00 %	NDT: 63.00 %	FDN: 40.00 %	EM : 2.35 Mcal/Kg	FDA: 29.00 %	ED : 2.78 Mcal/Kg	EE : 3.80 %	ELM: 1.48 Mcal/Kg	Ca : 1.54 %	ELG: 0.89 Mcal/Kg	P : 0.29 %	ELL: 1.42 Mcal/Kg	
VOLUMOSO																			
feijao guandu • feno de alfafa feno de bermuda feno de braquiaria feno de gordura feno de pangola palha de arroz palha de trigo																			
MS : 90.00 %	PDR: 72.00 %																		
PB : 20.00 %	FB : 22.00 %																		
NDT: 63.00 %	FDN: 40.00 %																		
EM : 2.35 Mcal/Kg	FDA: 29.00 %																		
ED : 2.78 Mcal/Kg	EE : 3.80 %																		
ELM: 1.48 Mcal/Kg	Ca : 1.54 %																		
ELG: 0.89 Mcal/Kg	P : 0.29 %																		
ELL: 1.42 Mcal/Kg																			

Mensagem: <<ENTER>> - Selecciona, ^END - Finaliza Entrada <<ESC>> - Sai

Fig.25 - Seleção de Volumosos

Temos aqui a proporção de volumoso, na qual escolhemos o $F_{\min} = 41,18$ por si tratar de uma vaca em baixa produção. O F_{\max} está acima de 100% é devido á dois fatores: ao teor de FDN do feno alfafa que é baixo(40%) e a baixa produção de leite em que a vaca se encontra (Fig.26).

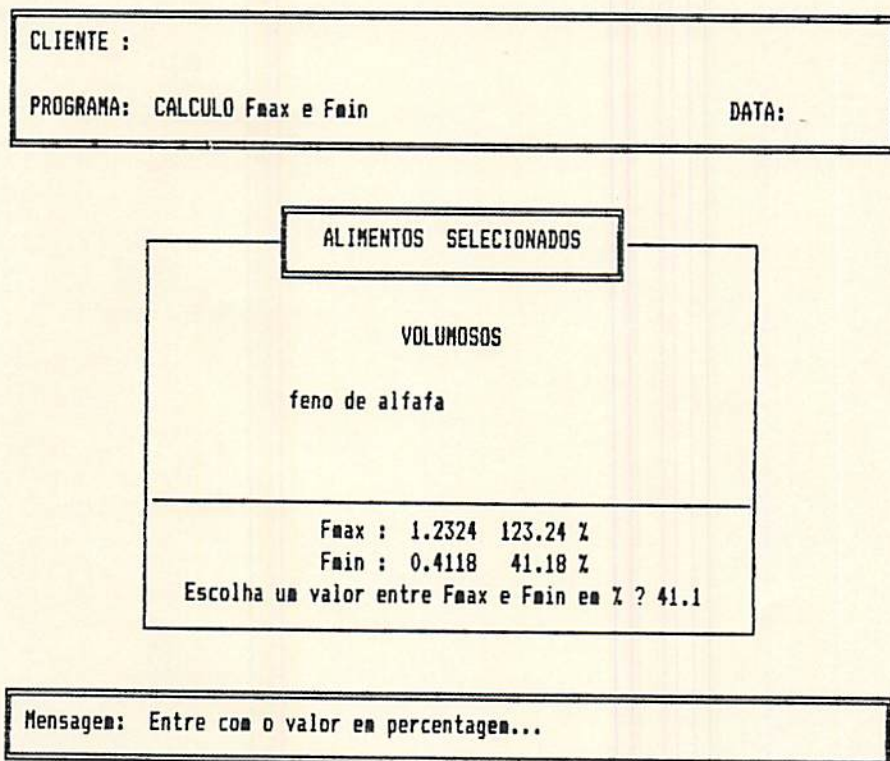


Fig.26 - Cálculo do F_{\max} e F_{\min}

Após a escolha da proporção de volumoso temos a diferença entre a exigência inicial e a quantidade suprida pelo volumoso com base na matéria seca (MS), na qual será calculada a ração concentrada (Fig.27)

CLIENTE :	
PROGRAMA: Exigencias Finais	DATA:

	EXIGENCIAS INICIAIS	SUPRIDAS VOLUMOSO	BASE MS
MS (Kg)....:	10.20	4.20	6.00 Kg
PB (Kg)....:	1.39	0.84	9.20 %
NDT (Kg)....:	6.52	2.65	64.57 %
ELL (Mcal):.	14.75	5.96	1.46 Mcal/Kg
PDR (g)....:	768.00	604.80	29.57 %
Ca (g).....:	47.50	64.68	-0.29 %
P (g).....:	30.90	12.18	0.31 %

Mensagem: <<ENTER>> Continua

Fig.27 -Exigência Final

Na Fig.28 temos o consumo de matéria verde(MV), que representa a quantidade de feno de alfafa que o animal vai consumir.

CLIENTE :			
PROGRAMA: CONSUMO DE VOLUMOSO		DATA:	

VOLUMOSOS SELECIONADOS			
ALIMENTOS	PROPORCAD	MS	MV
feno de alfafa	100.00%	90.00%	4.67

Mensagem: Tecla <<ENTER>>...

Fig.28 - Consumo de Matéria Verde

Após a escolha dos alimentos para ração concentrada temos o cálculo da ração de mínimo custo, na qual os resultados estão apresentados na Fig.29. Uma ração basicamente energética devido ao volumoso de alta qualidade utilizado, para vaca de baixa produção, na qual supri grande parte da proteína (PB) requerida.

CALCULO DE RACOES DE CUSTO MINIMO

==> CALCULO DE MINIMO CUSTO <==

==> Matriz: 0001-TESTE3 <==

Pag. 01

Alimentos	Quantidade	Custo	Menor	Preço	Maior
MILHO, MOIDO	47.607	8.09	0.12	0.17	0.18
MANDIOCA, RASPA	25.000	3.00	0.00	0.12	0.17
TRIGO, FARELO	25.000	3.50	0.00	0.14	0.17
SOJA, FARELO	2.393	0.43	0.17	0.18	0.81
Total...	100.000	15.02		Preço/kg...	0.15

Alimentos não usados Preço Preço de Oportunidade

Recursos	Requerido	Na Ração	Diferença
ELL	1.4600	1.7095	0.2495(17.091%)
PDR	29.5700	48.6196	19.0496(64.422%)
Ca	0.2900	0.5360	0.8260(284.841%)
P	0.3100	0.3739	0.0639(20.606%)

Recursos	Na ração	Custo adicional	Limite B	Limite A
PESO	100.0000	0.00	100.0000	87.2886
limMANDIOCA, RA	25.0000	0.00	0.0000	56.9574
limTRIGO, FAREL	25.0000	0.00	15.9696	32.6000
PB	9.2000	0.00	28.1000	8.2500

Fig.29 - Ração Concentrada

Considerações sobre o exemplo:

O animal deverá receber 4,67kg de feno de alfafa e 6 kg de ração concentrada.

Utilizamos a proporção mínima de volumoso(41,18%), devido a baixa produção de leite.

Na ração concentrada utilizamos alimentos energéticos para suprir exigência de energia.

4.4 BAIXA PRODUÇÃO DE LEITE COM VOLUMOSO DE BAIXA QUALIDADE

4.4.1 Cálculos Manuais

Considerando uma vaca em lactação com 400 kg de peso vivo, produzindo 10 kg de leite com 3,5% de gordura. Com 120 dias de gestação. Sendo consumo igual a exigência.

Volumoso: Bagaço de Cana

$F_{\text{máx}} = 37,76\%$

$F_{\text{min}} = 22,25$

No caso de baixa produção observamos um intervalo maior entre F_{\max} e F_{\min} , mesmo assim o máximo que poderemos utilizar de volumoso será 37,76%.

Os cálculos estão apresentados no Anexo.

Escolher a proporção de volumoso entre F_{\max} e F_{\min}

No caso de 37%

A tabela de exigência apresenta um consumo de matéria seca de 10,20 kg.

Onde: 37 % será de bagaço de cana = 3,77 kg MS

63% será de concentrado = 6,43 kg MS

Tabela 5- Balanceamento pelo volumoso:

	PB(kg)	ELL(Mcal)	PDR(g)	NDT(kg)	Ca(g)	P(g)
Exigência do animal	1,39	14,75	768,00	6,52	47,50	30,90
Bagaço de Cana(em 3,77kg)	0,06	3,62	0,0	0,07	33,93	10,56
Deficit	1,33	11,13	768,00	6,45	13,57	20,34

Consumo de materia verde= $(3,77 \times 100 / 91)$ kg

= 4,14 kg de Bagaço de Cana

Balanceamento da mistura concentrada:

Consumo de concentrado: 6,43 kg de MS

A ração concentrada terá:

20,77% de PB

1,73 Mcal/kg

57,51 % PDR

100% NDT

0.21% Ca

0.32% P

Tabela 6 - Balanceamento da ração concentrada

	kg	PB(%)	PDR(%)	NDT(%)	ELL(Mcal/kg)	Ca(%)	P(%)
Milho	60,50	3,57	36,30	51,42	1,18	0.34	0.06
F. algodão	39,50	17,38	27,65	30.81	0.71	0.08	0.46
Total	100	20,95	63,95	82.23	1,89	0.42	0.52

Consumo: 4,14 kg de bagaço de cana

6,43 kg de ração concentrada

4.4.2 Sistema Proposto

Pelo sistema proposto observamos na Fig.30 a entrada de dados referente ao animal, para o cálculo de sua exigência.

CLIENTE :		
PROGRAMA: CALCULO DE EXIGENCIA NUTRICIONAIS		DATA:

VACAS EM GESTACAO OU LACTACAO

Concentracao Energia Racao/NRC.: 1.00

Peso Vivo em Kg.....: 400.00

Dias de gestacao.....: 120

Numero de lactacoes.....: 2

Opcoes de consumo.....: Consumo Igual Exigencia

Producao de Leite em Kg.....: 10.00

Gordura do Leite (%):.....: 3.5

Mensagem: Teor de gordura entre 0.0 a 5.5 %, <<ESC>> Retorna Campo
--

Fig.30 - Entrada de Dados

Na Fig.31 temos a exigência do animal calculada segundo o NRC (1989).

CLIENTE :			
PROGRAMA: CALCULO DE EXIGENCIA NUTRICIONAIS		DATA:	
VACAS EM GESTACAO OU LACTACAO			
Alteracao de peso na lactacao.....:	0.000	KG	
Consumo materia seca.....:	10.20	KG	2.55 % PV
ELL necessaria.....:	14.75	MCAL	1.45 MCAL/KG
EM necessaria.....:	24.44	MCAL	2.40 MCAL/KG
ED necessaria.....:	28.75	MCAL	2.82 MCAL/KG
NDT minimo necessario.....:	6.52	KG	63.92 % MS
Proteina bruta.....:	1392	G	13.64 % MS
Proteina nao degradada no rumem(PNDR)....:	500	G	4.90 % MS
Proteina degradada no rumem.....:	768	G	7.53 % MS
Consumo proteina necessaria.....:	1268	G	12.43 % MS
Calcio necessario.....:	47.5	G	0.466 % MS
Fosforo necessario.....:	30.9	G	0.303 % MS
Vitamina A necessario.....:	30400	UI	2980 UI/KG
Vitamina D necessario.....:	12000	UI	1176 UI/KG
PNDR da proteina consumida.....:			39.44 % PC
Mensagem: <<ENTER>> Continua, F2 Imprime, <<ESC>> Abandona			

Fig.31 - Exigências do Animal

SeleçãO de volumosos com seus respectivos nutrientes (Fig.32). No caso do exemplo foi escolhido o bagaço de cana.

CLIENTE :	
PROGRAMA: SELECAO DE VOLUMOSOS	DATA:

<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; text-align: center;"> <tr> <td>VOLUMOSO</td> </tr> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> • bagaco-c cana de acucar capim angola capim batatais capim elefante casca de algodao casca de amendoim casca de aveia </div>	VOLUMOSO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">MS : 91.00 %</td> <td style="padding: 2px;">PDR: 0.00 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">PB : 1.50 %</td> <td style="padding: 2px;">FB : 49.00 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">NDT: 1.94 %</td> <td style="padding: 2px;">FDN: 97.85 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">EM : 1.51 Mcal/Kg</td> <td style="padding: 2px;">FDA: 61.00 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ED : 4.00 Mcal/Kg</td> <td style="padding: 2px;">EE : 0.40 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ELM: 0.75 Mcal/Kg</td> <td style="padding: 2px;">Ca : 0.90 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ELG: 0.22 Mcal/Kg</td> <td style="padding: 2px;">P : 0.28 %</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ELL: 0.96 Mcal/Kg</td> <td></td> </tr> </table>	MS : 91.00 %	PDR: 0.00 %	PB : 1.50 %	FB : 49.00 %	NDT: 1.94 %	FDN: 97.85 %	EM : 1.51 Mcal/Kg	FDA: 61.00 %	ED : 4.00 Mcal/Kg	EE : 0.40 %	ELM: 0.75 Mcal/Kg	Ca : 0.90 %	ELG: 0.22 Mcal/Kg	P : 0.28 %	ELL: 0.96 Mcal/Kg	
VOLUMOSO																		
MS : 91.00 %	PDR: 0.00 %																	
PB : 1.50 %	FB : 49.00 %																	
NDT: 1.94 %	FDN: 97.85 %																	
EM : 1.51 Mcal/Kg	FDA: 61.00 %																	
ED : 4.00 Mcal/Kg	EE : 0.40 %																	
ELM: 0.75 Mcal/Kg	Ca : 0.90 %																	
ELG: 0.22 Mcal/Kg	P : 0.28 %																	
ELL: 0.96 Mcal/Kg																		

Mensagem: <<ENTER>> - Selecciona, ^END - Finaliza Entrada <<ESC>> - Sai

Fig.32 - Seleção de Volumosos

Para o cálculo da proporção escolhemos o $F_{\text{máx}} = 37\%$, para observarmos a utilização máxima de um volumoso de baixa qualidade em relação a uma produção elevada de leite (Fig.33).

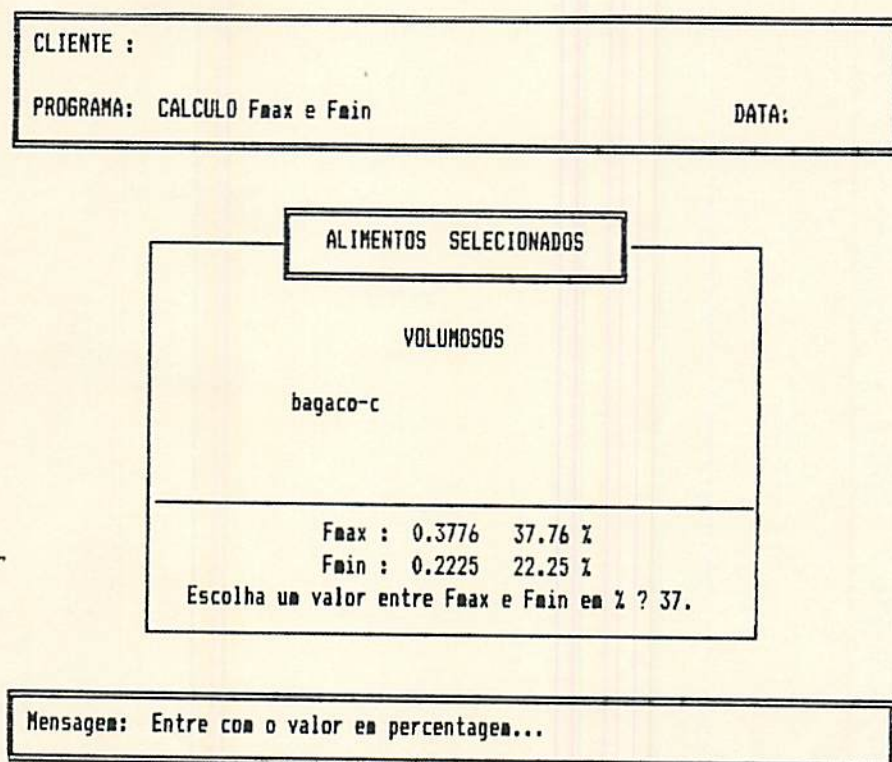


Fig.33 - Cálculo do $F_{\text{máx}}$ e $F_{\text{mín}}$

Após a escolha da proporção de volumoso temos a diferença entre a exigência inicial e a quantidade suprida pelo volumoso, com base na matéria seca (MS), na qual será calculada a ração concentrada (Fig.34).

CLIENTE :	
PROGRAMA: Exigencias Finais	DATA:

	EXIGENCIAS INICIAIS	SUPRIDAS VOLUMOSO	BASE MS
MS (Kg).....:	10.20	3.77	6.43 Kg
PB (Kg).....:	1.39	0.06	20.77 %
NDT (Kg)....:	6.52	0.07	100.26 %
ELL (Mcal).:	14.75	3.62	1.73 Mcal/Kg
PDR (g).....:	768.00	0.00	57.51 %
Ca (g).....:	47.50	33.93	0.21 %
P (g).....:	30.90	10.56	0.32 %

Mensagem: <<ENTER>> Continua

Fig.35 - Exigência Final

Na Fig.36 temos o consumo de matéria verde(MV), que representa a quantidade de bagaço de cana que o animal vai consumir.

CLIENTE :	
PROGRAMA: CONSUMO DE VOLUMOSO	DATA.

VOLUMOSOS SELECIONADOS			
ALIMENTOS	PROPORCAO	MS	MV
bagaco-c	100.00%	91.00%	4.14

Mensagem: Tecla <<ENTER>>...

Fig.36 - Consumo de Matéria Verde

Após a escolha dos alimentos para ração concentrada temos o cálculo da ração de mínimo custo, na qual os resultados estão apresentados na Fig.37. O teor de proteína bruta(PB) elevado 20,77% é devido exclusivamente ao fornecimento de um volumoso de baixa qualidade, ficando para o concentrado a responsabilidade de suprir a exigência.

CALCULO DE RACOES DE CUSTO MINIMO

==> CALCULO DE MINIMO CUSTO <==

==> Matriz: 0001-TESTE4 <==

Pag. 01

Alimentos	Quantidade	Custo	Menor	Preço	Maior
MILHO, MOIDO	60.971	10.37	0.02	0.17	0.18
ALGODAO, FAREL	39.029	7.03	0.17	0.18	1.27
Total...	100.000	17.39		Preço/kg...	0.17

Alimentos nao usados Preço Preço de Oportunidade

Recursos	Requerido	Na Racao	Diferenca
ELL	1.7300	1.8937	0.1637(9.460%)
PDR	57.5100	63.9029	6.3929(11.116%)
Ca	0.2100	0.4295	0.2195(104.522%)
P	0.3200	0.5137	0.1937(60.533%)

Recursos	Na racao	Custo adicional	Limite B	Limite A
PB	20.7700	0.00	44.0000	13.8075
PESO	100.0000	0.00	100.0000	91.7611

Fig.37- Cálculo de Ração Concentrada

Considerações sobre o exemplo:

O animal deve receber 4,14kg de bagaço de cana e 6,43kg de ração concentrada.

Devido a baixa produção de leite observamos um intervalo maior entre $F_{\text{máx}}$ e $F_{\text{mín}}$ (37,76% e 22,25%), quando utilizamos o bagaço de cana. No exemplo anterior, onde utilizamos uma vaca em alta produção observamos que o $F_{\text{máx}}$ e $F_{\text{mín}}$ (26,82% e 22,25%) estão bem próximos quando utilizamos bagaço de cana. Podemos observar que a produção de leite e a qualidade do volumoso estão diretamente relacionadas com a proporção de volumoso a ser utilizada.

Considerações Finais:

Os cálculos manuais apresentados, demonstraram a complexidade de todo o sistema. Através dos cálculos manuais testamos cada passo desenvolvido no sistema proposto.

O sistema ração proposto torna extremamente simples a formulação de ração total para vacas em lactação. O sistema de equações proposto por Mertens (1992), no qual utiliza a proporção máxima ($F_{\text{máx}}$) e a proporção mínima ($F_{\text{mín}}$) de volumoso, define a quantidade de volumoso ideal para cada caso. Normalmente esta proporção é definida ao acaso pelo produtor que, nem sempre escolhe a proporção de volumoso ideal para produção desejada.

Os exemplos utilizados demonstraram o efeito das mudanças na qualidade dos volumosos e produção animal sobre as características das rações otimizadas para maximizar o consumo. Isto ocorre porque a proporção de volumoso da ração decresce com a elevação do teor de FDN dos volumosos ou com o incremento do nível de produção das vacas.

A proporção máxima de volumoso ($F_{máx}$) é recomendável quando concentrados estiverem caros e volumosos abundantes. Não se esquecendo que a qualidade do volumoso é muito importante, pois está diretamente relacionada com o consumo.

Para vacas de alta produção, onde o consumo de concentrado tende a ser elevado, o consumo mínimo de volumoso é necessário para o funcionamento normal do rúmen e manutenção da gordura do leite.

Os resultados obtidos demonstraram que, com a utilização do sistema completo, é prático e rápido determinar a melhor proporção de volumoso que devemos utilizar para atingir a produção desejada.



5 CONCLUSÃO

O algoritmo proposto e implementado mostrou-se eficiente para o cálculo da raça_o completa, sendo de utilização fácil e prática.

Este trabalho poderá ter continuidade com a implementação do programa aplicativo.



CHAPTER 1

The first part of the book is devoted to a general introduction to the subject. It discusses the scope and objectives of the study, and outlines the main themes and concepts that will be explored in the following chapters. The author also provides a brief overview of the historical development of the field, and discusses the current state of research and practice. This introductory chapter is intended to provide the reader with a clear understanding of the context and significance of the work.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRADLEY, S.P.; HAX, A.C.; MAGNANT, T.L. Applied mathematical programming. Addison-Wesley Reaging Co., Publishing massachusetts: 1977. 710p.
- CLARK, J. H.; DAVIS, C. L. Some aspectos of feeding high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign v.63, p.873, 1980.
- COELHO DA SILVA, J.F. ; LEAO, M.I. *Fundamentos de nutrição dos ruminantes*. Piracicaba, Livroceres, 1979. 384 p.
- FARIA, V. P. *Alimentação de Vacas Leiteiras*. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V.P. Piracicaba: FEALQ, 1990. p.335-366.
- FARIA, V. P. *Rações completas para vacas em lactação*. Processos Recentes no manejo de Gado Leiteiro. In: SIMPOSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 6, Piracicaba, 1989. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1989. p.20
- HUBER, J. T. Feeding dairy industry today and tomorrow. East Lansing: Michigan State University, 1980. p.37 (Research Report, 275)
- HUBER, J. T. Relação entre nutrição e "stress" térmico em gado leiteiro. Progressos Recentes no manejo de Gado Leiteiro. In: SIMPOSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 6, Piracicaba, 1989. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1989. p.18.
- LANZER, E. A. *Programação linear: Conceitos e Aplicações*. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 258p. 1982.
- LUCCI, C. S. *Rações para vacas leiteiras em confinamento*. Confinamento de Bovinos de Corte e Leiteiros. In: SIMPOSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 5, Piracicaba, 1987. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1987, p. 36-47
- MARQUES, P.V. *Rações de Custo Minimo*. In: CURSO DE FORMULAÇÃO DE RAÇÕES DE CUSTO MINIMO PARA MICROCOMPUTADORES, 7, Piracicaba, 1993. p.1-9

- MATTOS, W. Cálculo de Rações para Bovinos. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P(eds). Alimentação de bovinos leiteiros. Piracicaba: FEALQ, 1990a. p.273-292.
- MATTOS, W. Exigências Nutricionais de Bovinos Leiteiros. In: PEIXOTO, J.C.; MOURA, J.C.de ; FARIA, V.P. de. Alimentação de bovinos leiteiros. Piracicaba: FEALQ, 1990b. p.257-272.
- MATTOS, W. Rações para bovinos leiteiros. In: CURSO DE FORMULAÇÃO DE RAÇÕES DE CUSTO MINIMO PARA MICROCOMPUTADORES, 7, Piracicaba, 1993 p.1-29.
- MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992. Anais... Lavras: SBZ, 1992. p.188-219
- MERTENS, D. R. Effect of physical characteristics, forage particle size and density of forage utilization. In: PROCEEDINGS AMERICA FEED INDUSTRY ASSIATION NUTRITION SYMPOSIUM. 1986. P.91
- MERTENS, D. R. Factors influencing feed intake in lactating cows: From theory to application using neutral detergent fiber. In: GEORGIA NUTRITION CONFERENCE, Atlanta, 1985. p.1-18
- MERTENS, D. R. Predicting intake and digestible using mathematical models of rumen function. *Journal of Animal Science*, v.64, p.1548, 1987.
- NATIONAL RESEANCH COUNCIL. Nutrient requeriment of dairy cattle. 6th. rev. Washington: 1989. p.35-52
- SANTINI, F. J.; HADIE, A. R.; JORGENSEN, N. A.; FINNER, M. F. Proposed use of adjusted intake based on forage particle length for calculation of roughage indexes. *Journal of Dairy Science* Champaign, v.66, p.811, 1983.
- SHAVER, R.D., JORGENSEN, N. A. & SATTER, L. D. Digestion of higer quality alfafa hay of three particle lengths by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.67, supl.1, p.114, 1984.
- TEIXEIRA, J. C. Tabelas para cálculo de rações-Ruminantes. Lavras, COOPESAL, 1991. 88 p.

VAN SOEST, P. J. Ruminant fat metabolism with particular reference to factores affecting low milk fat and feed efficiency. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.46 p.204, 1963.

VIDAL, A. G. da R. CLIPPER 5.0. São Paulo: Livros técnicos e científicos, 1990. 360p.

ZAMBALDE, A. L. Sistema computadorizado para aquisição e análise de dados agrometeorológicos. Itajubá. EFEI, 1991. 144p. (Tese de Mestrado).

ANEXO

CALCULOS MANUAIS:

1- Alta produção de leite com volumoso de baixa qualidade

Vaca em lactação 600 kg de Peso Vivo

Produzindo 30 kg de leite com 3,5% de gordura

30 dias de gestação

Consumo igual a exigência

Volumoso: BAGAÇO DE CANA

MS= 91%

FDN= 97,85%

LCG = $0.40 \times (30) + 0.15 \times (3.5) \times (30) = 27,75$ kg/dia

ELV= $2.863 - 0.0262 \times (97,85) = 0,2993$

ELC = 1.90

CCFDN = $1.2 \times PV/100 = 1.2 \times 600/100 = 7.2$ kg/dia

REL = $0.08 \times (600^{0.75}) + 0.74 \times (27,75) - 4.92 \times (0) + 5.12 \times 0$

REL = 30,2334 Mcal/d

$$F_{\text{máx}} = \frac{(CCFDN \times ELC) - (REL \times FDNC)}{CCFDN \times (ELC - ELV) + REL \times (FDNV - FDNC)}$$

$$F_{\text{máx}} = \frac{(7,2) \times (1.90) - (30,2334 \times 0.12)}{(7,2) \times (1.90 - 0,2993) + (30,2334) \times (0.9785 - 0.12)}$$

$F_{\text{máx}} = 10,05/37,4803$

$F_{\text{máx}} = 26,82 \%$

$$F_{\text{min}} = \frac{(FDNC \times MIN)}{FDNV \times (1 - MIN) + (FDNC \times 0,01 \times MIN)}$$

$$F_{\min} = \frac{(0.12 \times 0.70)}{0.9785 \times (1-0.70) + (0.12 \times 0.70)}$$

$$F_{\min} = 0,084 / 0,37755$$

$$F_{\min} = 0.2225 \text{ (22,25\%)}$$

Escolher a proporção de volumoso entre F_{\max} e F_{\min}

Por exemplo 26%

Consultar a tabela de exigência:

Consumo de MS = 19.58 kg

MS = 19.58 kg, onde: 26% de bagaço de cana = 5,08 kg MS

74% de concentrado = 14,50 kg MS

ELL = 1.60 Mcal/kg

NDT = 13.74 kg

PB = 3072 g

PDR = 1838 g

Ca = 115,8 g

P = 73,8g

Composição da Bagaço de Cana:

MS = 91%

PB = 1,50%

ELL = 1.07 Mcal/kg

NDT = 44%

Ca = 0,90%

P = 0,29%

Balanceamento pelo volumoso:

(Exigência do animal- fornecido pelo volumoso= Deficit

.1s1

Balanceamento pelo volumoso:

	PB(kg)	ELL(Mcal)	PDR(g)	NDT(kg)	Ca(g)	P(g)
Exigência do animal	3,072	31,31	1838	13,74	115,8	73,8
Bagaço de Cana (em 5,08kg MS)	0,08	4,89	0	2,23	45,8	14,2
Déficit	2.992	26,42	1838	11,51	70,0	59,6

Consumo de volumoso na matéria natural= $(5,08 \times 100) / 91$ kg MS

5,59 kg de Bagaço de Cana

Balanceamento da mistura concentrada

Consumo de concentrado: 14,50 kg MS

A ração concentrada precisa ter:

$2.992 \text{ kg PB em } 14,50 \text{ — em } 100 \text{ kg: } 20,67\% \text{ de PB}$

$26,42 \text{ Mcal em } 14,50 \text{ — } 1.82 \text{ Mcal/kg}$

$1.838 / 2.992 \times 100 = 61,36\% \text{ PDR}$

$11,51 \text{ kg em } 14,50 \text{ — em } 100 \text{ kg } 79,38\% \text{ NDT}$

$70 \text{ g de Ca em } 14,50 \text{ — em } 100 \text{ kg: } 0.48\% \text{ de Ca}$

$59,60 \text{ g de P em } 14,50 \text{ — em } 100 \text{ kg: } 0.41\% \text{ P}$

Composição dos Ingredientes da ração:

	MS(%)	PB(%)	NDT(%)	ELL(Mcal/kg)	PDR(%)	Ca (%)	P(%)
Milho	88	5.9	85	1.96	60	0.57	0.10
F.Algodão	92	44	70	1.79	70	0.21	1.16
Calcáreo	-	-	-	-	-	38	-

Ração Concentrada:

0,20% de calcáreo

Sistema de equações: a= milho

b= F. algodão

$$a + b = 99,8$$

$$a = 99,8 - b$$

$$0.059(a) + 0.44(b) = 20,84$$

$$0.059(99,8 - b) + 0.44b = 20,84$$

$$5.89 - 0.059b + 0.44b = 20,84$$

$$b = 14,953/0.381$$

$$b = 39,23 \quad a = 60,57$$

Ração concentrada:

	kg	PB(%)	PDR(%)	NDT(%)	ELL(Mcal/kg)	Ca(%)	P(%)
Milho	60.57	3,57	36,34	51,48	1.18	0.34	0.06
F. Algodão	39,23	17,27	27,44	27,46	0.70	0.07	0.38
Calcáreo	0.20	-	-	-	-	0.07	-
Total	100	20,84	63,78	78,94	1,88	0.48	0.44

Consumo: - 5,59 kg de Bagaço de Cana

- 14,50 kg de concentrado

2- Alta produção de leite com volumoso de alta qualidade

Vaca em lactação 600kg Peso Vivo

Produzindo 30 kg de leite com 3.5% gordura

Consumo = exigência

30 dias de gestação

Volumoso: Feno de Alfafa (FDN=40%)

$$ELV = 2.323 - (0.0216 \times 40) = 1,459$$

$$ELC = 1.90$$

$$FDNC = 0.12$$

$$CCFDN = 1.2 \times (600/100) = 7,2 \text{ kgMS/dia}$$

$$LCG = 0.40 \times (30) + (0.15 \times 3.5 \times 30) = 27,75 \text{ kg/dia}$$

$$REL = 0.08 \times (600^{0.75}) + (0.74 \times 27,75) - (4.92 \times 0) + 5.12 \times 0$$

$$REL = 30,2334 \text{ Mcal/dia}$$

$$F_{\text{máx}} = \frac{CCFDN \times ELC - REL \times FDNC}{CCFDN \times (ELC - ELV) + REL \times (FDNV - FDNC)}$$

$$F_{\text{máx}} = \frac{(7,2) \times (1.90) - (30,2334 \times 0.12)}{(7,2) \times (1.90 - 1,459) + 30,2334 \times (0.40 - 0.12)}$$

$$F_{\text{máx}} = 10,05/11,64$$

$$F_{\text{máx}} = 0.8635 \text{ (86,35\%)}$$

$$F_{\text{min}} = \frac{(FDNC \times MIN)}{FDNV \times (1 - MIN) + (FDNC \times MIN)}$$

$$F_{\min} = \frac{(0.12 \times 0.70)}{0.40 \times (1-0.70) + (0.12 \times 0.70)}$$

$$F_{\min} = 0.084/0.204$$

$$F_{\min} = 41,17 \text{ (41,17\%)}$$

Escolher a proporção de volumoso entre F_{\max} e F_{\min}

Por exemplo 86%

Consultar a tabela de exigência:

Consumo de MS= 19,58 kg

MS= 19,58 kg, onde: 86% de feno de alfafa = 16,84 kg MS

14% de concentrado= 2,74 kg MS

ELL= 1,60 Mcal/kg

NDT= 13,74 KG

PB= 3072 g

PDR= 1838 g

Ca= 115,8 g

P= 73,8 g

Composição do Feno de Alfafa:

MS(%)	PB(%)	NDT(%)	ELL(Mcal/kg)	Ca(%)	P(%)
90	20	63	1,42	1,54	0,29

Balanceamento pelo volumoso:

Exigência do animal- fornecido pelo volumoso= Déficit

	PB(g)	ELL(Mcal)	NDT(Kg)	PDR(g)	Ca(g)	P(g)
Exigência do animal	3072	31,31	13,74	1838	115,8	73,8
Feno de Alfafa(em 16,84 kg MS)	3368	23,91	10,60	2424	259,3	48,8
Deficit	-	7,40	3,14	-	-	25,0

3- Baixa produção de leite com volumoso de alta qualidade

Vaca em lactação 400kg Peso Vivo

Produzindo 10 kg de leite com 3.5% gordura

Consumo = exigência

120 dias de gestação

Volumoso: Feno de Alfafa (FDN=40%)

$$ELV = 2.323 - (0.0216 \times 40) = 1,459$$

$$ELC = 1.90$$

$$FDNC = 0.12$$

$$CCFDN = 1.2 \times (400/100) = 4,8 \text{ kgMS/dia}$$

$$LCG = 0.40 \times (10) + (0.15 \times 3.5 \times 10) = 9,25 \text{ kg/dia}$$

$$REL = 0.08 \times (400^{0.75}) + (0.74 \times 9,25) - (4.92 \times 0) + 5.12 \times 0$$

$$REL = 14,00 \text{ Mcal/dia}$$

$$F_{\text{máx}} = \frac{CCFDN \times ELC - REL \times FDNC}{CCFDN \times (ELC - ELV) + REL \times (FDNV - FDNC)}$$

$$F_{\text{máx}} = \frac{(4,8) \times (1,90) - (14,00 \times 0,12)}{(4,8) \times (1,90 - 1,459) + 14,00 \times (0,40 - 0,12)}$$

$$F_{\text{máx}} = 7,44/6,036$$

$$F_{\text{máx}} = 1,2326 \text{ (123,26\%)}$$

$$F_{\text{min}} = \frac{(\text{FDNC} \times \text{MIN})}{\text{FDNV} \times (1 - \text{MIN}) + (\text{FDNC} \times \text{MIN})}$$

$$F_{\text{min}} = \frac{(0,12 \times 0,70)}{0,40 \times (1 - 0,70) + (0,12 \times 0,70)}$$

$$F_{\text{min}} = 0,084/0,204$$

$$F_{\text{min}} = 41,18 \text{ (41,18\%)}$$

Escolher a proporção de volumoso entre $F_{\text{máx}}$ e F_{min}

Por exemplo 41,17%

Consultar a tabela de exigência:

Consumo de MS = 10,2 kg

MS = 10,20 kg, onde: 41,18% de feno de alfafa = 4,20 kg MS

58,82% de concentrado = 6 kg MS

ELL = 1,45 Mcal/kg

NDT = 6,52 KG

PB = 1392 g

PDR = 768 g

Ca= 47,5 g

P= 30,9 g

Composição do Feno de Alfafa:

MS(%)	PB(%)	NDT(%)	PDR	ELL(Mcal/kg)	Ca(%)	P(%)
90	20	63	72	1,42	1,54	0,29

Balanceamento pelo volumoso:

Exigência do animal- fornecido pelo volumoso= Deficit

	PB(g)	ELL(Mcal)	NDT(Kg)	PDR(g)	Ca(g)	P(g)
Exigência do animal	1392	14,75	6,52	768	47,5	30,9
Feno de Alfafa(em 4,2 kg MS)	840	5,96	2,65	604	64,6	12,1
Deficit	552	8,79	3,87	164	-	18,8

Consumo de volumoso na matéria verde (MV)= $(4,2 \times 100) / 90$ kg MS

4,67 kg de Feno de Alfafa

Balanceamento da mistura concentrada

Consumo de concentrado: 6 kg MS

A ração concentrada precisa ter:

552 kg PB em 6 ___ em 100 kg: 9,20% de PB

8,79 Mcal em 6 ___ 1.46 Mcal/kg

$164 / 552 \times 100 = 29,57\%$ PDR

3,87 kg em 6 ___ em 100 kg: 64,5% NDT

18,7g de P em 6 ___ em 100 kg: 0.31% P

Composição dos Ingredientes da ração:

	MS(%)	PB(%)	NDT(%)	ELL(Mcal/kg)	PDR(%)	Ca (%)	P(%)
Milho	88	5,9	85	1,96	60	0,57	0,10
F.Trigo	88	18,4	70	1,60	74	0,13	0,99
F.Soja	90	45,6	84	1,94	65	0,30	0,68
R.Mandioca	90	2,8	79	1,35	0	0,90	0,25

Sistema de equações: a= milho

b= f. soja

Raspa de mandioca= 25kg

Farelo de trigo= 25kg

$$a + b = 50$$

$$a = 50 - b$$

$$0.059(a) + 0.456(b) = 3,9$$

$$0.059(50 - b) + 0.456(b) = 3,9$$

$$2,95 - 0.059(b) + 0.456(b) = 3,9$$

$$b = 0,95 / 0,397$$

$$b = 2,4$$

$$a = 47,6$$

Ração Concentrada:

	kg	PB(%)	PDR(%)	NDT(%)	ELL(Mcal/kg)	Ca(%)	P(%)
Milho	47,60	2,80	28,56	3,91	0,93	0,27	0,14
F.Soja	2,40	1,09	1,56	2,01	0,04	0,007	0,006
R.Mandioca	25,00	0,70	0	18,75	0,33	0,22	0,06
F.Trigo	25,00	4,60	18,50	17,50	0,39	0,03	0,18
Total	100,00	9,19	48,62	42,17	1,69	0,527	0,386

Consumo: 6 kg de concentrado

4- Baixa produção de leite com volumoso de baixa qualidade

Vaca em lactação 400kg Peso Vivo

Produzindo 10 kg de leite com 3.5% gordura

Consumo = exigência •

120 dias de gestação

Volumoso: Bagaço de Cana

MS= 91%

FDN= 97,85%

LCG = $0.40 \times (10) + 0.15 \times (3.5) \times (10) = 9,25 \text{ kg/dia}$

ELV = $2.863 - 0.0262 \times (97,85) = 0,2993$

ELC = 1.90

CCFDN = $1.2 \times \text{PV}/100 = 1.2 \times 400/100 = 4,8 \text{ kg/dia}$

REL = $0.08 \times (400^{0.75}) + 0.74 \times (9,25) - 4.92 \times (0) + 5.12 \times 0$

REL = 14 Mcal/d

$$F_{\text{máx}} = \frac{(\text{CCFDN} \times \text{ELC}) - (\text{REL} \times \text{FDNC})}{\text{CCFDN} \times (\text{ELC} - \text{ELV}) + \text{REL} \times (\text{FDNV} - \text{FDNC})}$$

$$F_{\text{máx}} = \frac{(4,8) \times (1.90) - (14,00 \times 0.12)}{(4,8) \times (1.90 - 0,2993) + (14,00) \times (0.9785 - 0.12)}$$

$$F_{\text{máx}} = 7,44/19,70$$

$$F_{\text{máx}} = 37,76 \%$$

$$F_{\min} = \frac{(FDNC \times MIN)}{FDNV \times (1 - MIN) + (FDNC \times 0,01 \times MIN)}$$

$$F_{\min} = \frac{(0,12 \times 0,70)}{0,9785 \times (1 - 0,70) + (0,12 \times 0,70)}$$

$$F_{\min} = 0,084 / 0,37755$$

$$F_{\min} = 0,2225 \text{ (22,25\%)}$$

Escolher a proporção de volumoso entre F_{\max} e F_{\min}

Por exemplo 37 %

Consultar a tabela de exigência:

Consumo de MS = 10,2 kg

MS = 10,20 kg, onde: 37% de bagaço de cana = 3,8 kg MS

63% de concentrado = 6,4 kg MS

ELL = 1.45 Mcal/kg

NDT = 14,75 kg

PB = 1392 g

PDR = 768 g

Ca = 47,5 g

P = 30,9g

Composição da Bagaço de Cana:

MS = 91%

PB = 1,50%

ELL= 1.07 Mcal/kg

NDT= 44%

Ca=0,90%

P=0,29%

Exigência do animal- fornecido pelo volumoso= Deficit

	PB(g)	ELL(Mcal)	PDR(g)	NDT(kg)	Ca(g)	P(g)
Exigência do animal	1392	14,75	768	6,52	47,50	30,90
Bagaço de Cana (em 3,8kg MS)	57	4,06	0	1,67	34,20	11,02
Déficit	1335	10,69	768	4,85	13,30	19,88

Consumo de volumoso na matéria natural= $(3,8 \times 100) / 91$ kg MS

4,17 kg de Bagaço de Cana

Balanceamento da mistura concentrada

Consumo de concentrado: 6,4 kg MS

A ração concentrada precisa ter:

1335kg PB em 6,4 ___ em 100 kg: 20,77% de PB

10,69 Mcal em 6,4 ___ 1,73 Mcal/kg

$768 / 1335 \times 100 = 57,53\%$ PDR

4,85 kg em 6,4 ___ em 100 kg 75,78% NDT

13,3g de Ca em 6,4 ___ em 100 kg: 0.21% de Ca

19,88g de P em 6,4 ___ em 100 kg: 0.32% P

Composição dos Ingredientes da ração:

	MS(%)	PB(%)	NDT(%)	ELL(Mcal/kg)	PDR(%)	Ca (%)	P(%)
Milho	88	5.9	85	1.96	60	0.57	0.10
F.Algodão	92	44	70	1.79	70	0.21	1.16

Ração Concentrada:

Sistema de equações: a= milho

b= F. algodão

$$a + b = 100$$

$$a = 99,8 - b$$

$$0.059(a) + 0.44(b) = 20,77$$

$$0.059(100 - b) + 0.44b = 20,77$$

$$5,90 - 0.059b + 0.44b = 20,77$$

$$b = 14,87 / 0.381$$

$$b = 39,02 \quad a = 60,98$$

Ração Concentrada:

	kg	PB(%)	PDR(%)	NDT(%)	ELL(Mcal/kg)	Ca(%)	P(%)
Milho	60.98	3,59	36,58	51,83	1.19	0.34	0.06
F. Algodão	39,02	17,16	27,31	30,43	0.70	0.08	0.45
Total	100	20,77	63,89	82,26	1,89	0.42	0.51

Consumo: 6 kg de concentrado