

MECANISMOS DE REGULAÇÃO DO CONSUMO EM RUMINANTES

Introdução:

A qualidade da forragem pode ser obtida em termos a partir da performance animal que é obtida quando a forragem é oferecida ao animal. A performance animal é o produto do suprimento, concentração de energia e nutrientes, consumo, digestibilidade, e metabolismo. Entre os fatores que afetam a qualidade da forragem, o consumo é aquele que mais afeta a performance animal.

A performance animal depende do consumo de nutrientes digestíveis e metabolizáveis. Da variação no consumo de matéria seca digestível ou energia digestível entre animais e alimentos, 60 a 90% é relacionado a diferenças no consumo, enquanto somente 10 a 40% é relacionado a diferenças na digestibilidade. O consumo é responsável duas vezes mais que a digestibilidade, pela quantidade de matéria seca digestível ingerida. Desta forma, quando a forragem está disponível à vontade para o animal, o consumo voluntário é um importante determinante da produção por animal e por unidade de área, mesmo quando a forragem disponível não é adequada para ingestão máxima.

Embora o consumo seja mais importante que a digestibilidade na determinação da qualidade da forragem, progressos no entendimento dos fatores básicos que afetam o consumo, têm sido evitados pela nossa inabilidade de medi-los acuradamente e separar as influências de animal e dieta sobre o consumo. Teorias de controle de consumo podem ser usadas para estudar a regulação do consumo e melhor entender o processo de produção animal. Para delinear aqueles aspectos do consumo que são inerentes as características da qualidade da forragem e aqueles que são função das características do animal, é pertinente a revisão dos mecanismos pelo qual o consumo é regulado pelos animais.

TEORIAS DE REGULAÇÃO DO CONSUMO:

A fibra e o consumo dos ruminantes:

A concentração de fibra na dieta de vacas leiteiras têm sido relacionada a regulação do consumo, digestibilidade, taxa de passagem e atividade de mastigação. Se as rações são ricas em fibra, a densidade de energia da dieta é baixa, o consumo é limitado pelo enchimento, e conseqüentemente, a performance animal (produção de leite e balanço nos tecidos) decai. Se as rações apresentarem um baixo conteúdo de fibra, a fermentação ruminal é diminuída, há a ocorrência de distúrbios alimentares e acidose, o que levará a um comprometimento da performance e saúde animal (MERTENS, 1996).

MERTENS (1985, 1987), desenvolveu o sistema denominado FDN-Consumo de energia, o qual estabelece uma relação ótima de volumoso:concentrado na formulação de rações. Esse sistema está citado em MERTENS (1994, 1996), e está baseado no conceito de que o consumo de alimento pelo animais é primariamente regulado por dois mecanismos. Quando rações com alta energia e baixo teor de fibra são utilizadas, as vacas irão regular o consumo de energia ($I_e \times E$) por atender o seu requerimento energético (R). Este mecanismo pode ser descrito por uma equação simples que apresenta uma solução para o cálculo de consumo:

$$I_e \times E = R;$$

$$I_e = R/E;$$

onde I_e é o consumo regulado para atender a demanda de energia (kg MS/dia), R é o requerimento de energia (Mcal/dia) e E é a densidade de energia da ração (Mcal/kg).

Quando rações com alto teor de fibra e baixa energia são utilizadas, o consumo das vacas é limitado pelo efeito de enchimento da dieta ($I_f \times F$) de tal forma que isso é igual a sua capacidade (C) para processar a fibra através do trato digestivo. Este mecanismo também pode ser descrito por uma equação simples que pode ser representada como:

$$I_f \times F = C;$$

$$I_f = C/F;$$

onde I_f é o consumo limitado pelo enchimento (kg MS/dia), C é a capacidade ou limitação de consumo do animal (L/dia) e F é o efeito de enchimento da ração (L/kg).

Devido a densidade de energia (E) e o enchimento (F) estarem inversamente relacionadas uma com a outra, estes dois mecanismos de regulação do consumo podem ser representados esquematicamente através de um sistema de duas curvas que se cruzam (figura 1), sendo que estas curvas indicam o controle do consumo baseado na demanda de energia ou no mecanismo de controle pelo enchimento. O ponto onde as duas linhas se encontram representa o máximo consumo, bem como o teor de FDN da ração que deveria ser formulada para atender o nível de produção esperado.

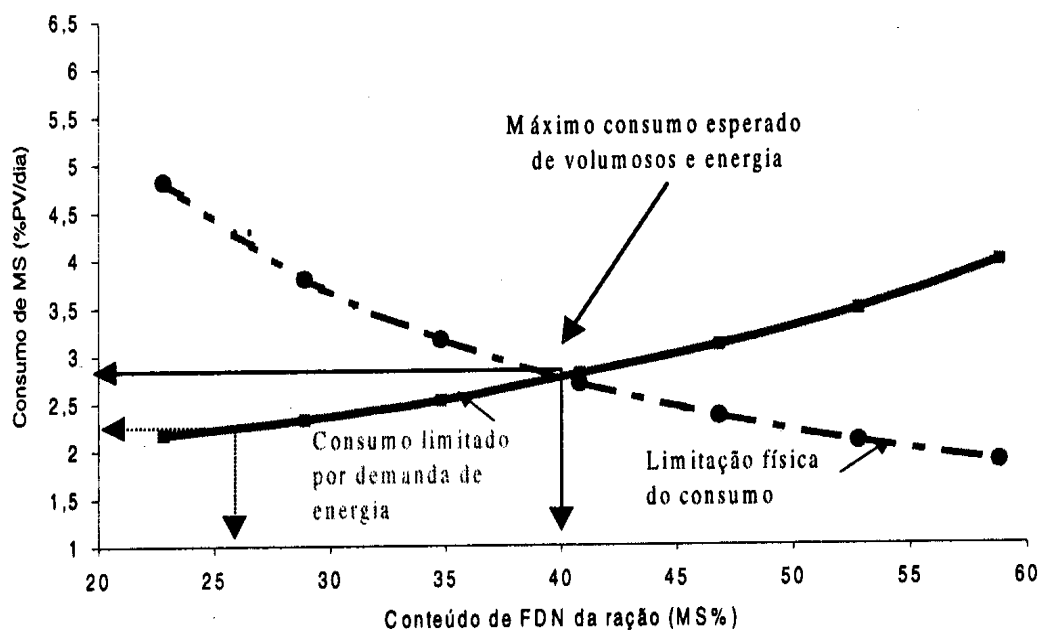


Figura 2. Ilustração do sistema FDN-Consumo de energia para a predição de consumo e formulação de rações com ótimo nível de fibra para uma vaca produzindo 20kg/dia de leite à 4% de gordura

Rações com o máximo de fibra e o sistema FDN-Consumo de energia (MERTENS, 1996).

Devido a FDN estar relacionada ao efeito de enchimento e a densidade de energia dos alimentos, ela pode ser usada para relacionar os dois mecanismos de regulação do consumo em uma escala comum (figura 2). O sistema FDN-Consumo de energia usa a energia líquida de lactação (EL_L) (NRC, 1989) para representar o requerimento de energia e a densidade de energia da dieta, a FDN como um representante para o efeito de enchimento da dieta, e o consumo de FDN (FDNI) como um indicador da capacidade do animal para processar o material (fluxo diário). O objetivo desse sistema é de determinar a relação forragem:concentrado da ração que maximize o consumo de FDN, enquanto atende o requerimento de energia para um determinado nível de produção de leite.

Como a produção de leite e o consumo aumentam, o sistema prediz que a concentração de FDN da dieta que maximize o efeito de enchimento das vacas diminua (figura 2, pontos M_{50} , M_{40} , e M_{30}). Do mesmo modo, quando vacas de diferentes potenciais de produção de leite (devido ao estágio de lactação ou potencial genético) são alimentadas com uma ração com baixo conteúdo de FDN relativo a sua necessidade de energia, elas poderão ter diferentes consumos. A observação de que vacas alimentadas com rações com a mesma concentração de FDN podem não apresentar o mesmo consumo, não invalida o valor de utilizar-se a FDN para formulação de rações bem como não indica que a FDN não esteja relacionada ao consumo, mas serve para ilustrar que o relacionamento entre FDN e consumo é complexo e depende não somente da FDN, mas também do potencial de produção de leite da vaca.

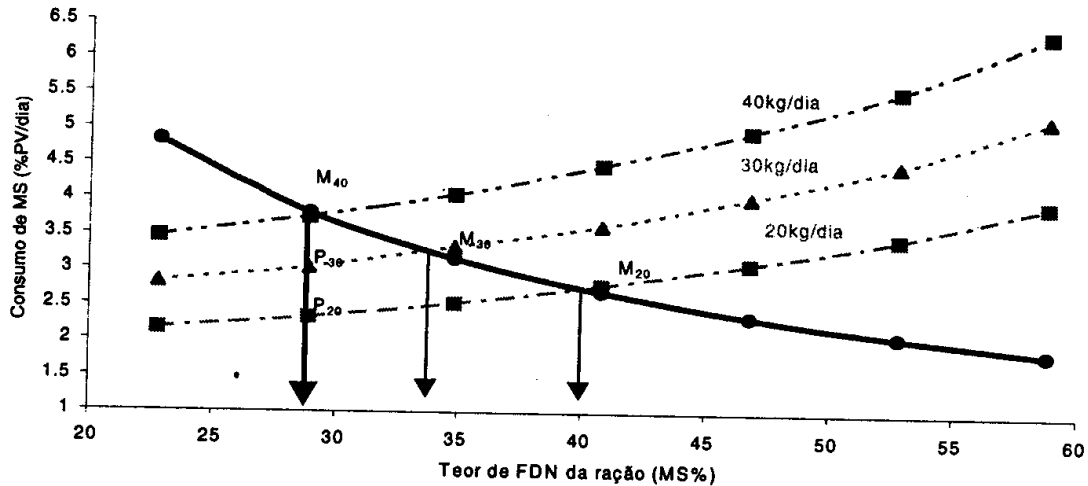


Figura 3. Predições de consumo de vacas com potencial para 20, 30, e 40 kg/d à 4% gordura quando a quantidade de volumosos na ração é maximizada (M's) e quando a ração é formulada para atender vacas com 40 kg (P20, P30, M40)

Modulação Psicogênica:

Em humanos e outras espécies animais, o sabor, o odor, textura e aparência visual de um alimento podem afetar seu consumo. Em adição, o status emocional, interações sociais e o aprendizado podem também modificar a intensidade do consumo de um alimento. MERTENS (1985), postula que estes mesmos fatores, ou similares a estes, afetam o consumo em ruminantes e sugere que devam ser agregados em uma classe de moduladores ou modificadores psicogênicos do consumo.

A regulação psicogênica do consumo de alimento envolve resposta no comportamento animal para fatores inibitórios ou estimulatórios no consumo ou ambiente de alimentação que não são relacionados ao valor energético dos alimentos ou efeito de enchimento. BAUMONT et al. (1989), observaram que a duração e a taxa de alimentação de forragens são influenciadas pelo comportamento e palatabilidade.

Dentre as características relacionadas ao alimento, o fator de maior impacto na regulação psicogênica do consumo de alimento parece estar relacionado a palatabilidade. Segundo MERTENS (1996), palatabilidade é definida como a

característica dos alimentos associada com a aceitabilidade gustatória, olfatória, e visual pelos animais. No entanto, FORBES (1995), afirma que muitas controvérsias estão relacionadas à sua real influência no controle do consumo voluntário. Elementos sensores do olfato e paladar podem influenciar a seleção e o consumo de vários alimentos em inúmeras espécies.

A maior razão para que a palatabilidade tenha sido definida em termos de preferência entre alimentos é porque diferenças no consumo entre alimentos escolhidos livremente podem ser usados para quantificar a preferência. Quando dois alimentos são fornecidos aos animais simultaneamente, a quantidade de cada alimento consumido pode ser uma medida quantitativa de preferência.

Imbalanço e deficiência de nutrientes x consumo:

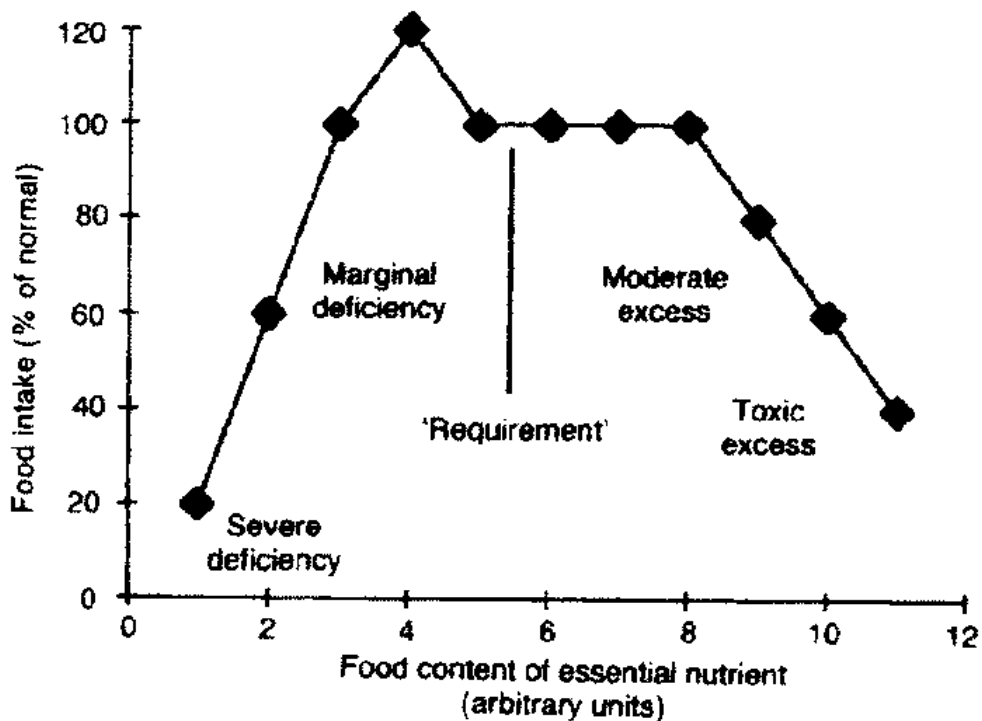
O consumo é muitas vezes discutido em conexão com rações de densidade e valor calórico variado, porém, seria incoerente raciocinar que apenas a energia seria essencial ao animal, levando-nos a isolá-la como parâmetro referência de consumo. As necessidades metabólicas do animal dependerão acima de tudo de sua demanda por nutrientes, o que é função de seu estado fisiológico. Desta forma, deve haver um balanço exato para que o estado de reservas corporais seja mantido inalterado, e a mistura de alimentos ou nutrientes que pode prover este valor deve ser definido como dieta ótima (ILLIUS e JESSOP, 1996).

Desvios na dieta ótima podem causar o déficit de um nutriente essencial, causando um desbalanceamento dos demais nutrientes, o que pode levar a um consumo compensatório com vistas ao suprimento do elemento em deficiência. Se o animal não compensar o imbalanço dietético por maior consumo, inicia-se uma acelerada mobilização de reservas corporais e, caso esta for excessiva, a produção animal declinará e posteriormente o imbalanço nutricional refletirá negativamente no consumo de MS. O gráfico expresso na figura 3, em sua primeira parte, demonstra de forma genérica o comportamento de consumo animal, pelo imbalanço

de nutrientes. Obviamente que o termo desequilíbrio não refere-se somente a deficiências de um determinado nutriente, mas também podem ocorrer situações onde o excesso pode ser prejudicial ao consumo e produção animal.

Neste enfoque, podemos concluir que, a hipótese da saciedade sugere que o animal busca obter os nutrientes requeridos para satisfazer suas necessidades. Se a qualidade da dieta for tão pobre que um nutriente específico não pode ser suprimido, esta deficiência exercerá influência sobre o animal (VAN SOEST, 1994), e na grande maioria dos casos serão observados efeitos deletérios sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca.

Figura 3 – Efeitos de excessos e deficiências de um nutriente na alimentação sobre o



Fonte: FORBES, 1995.

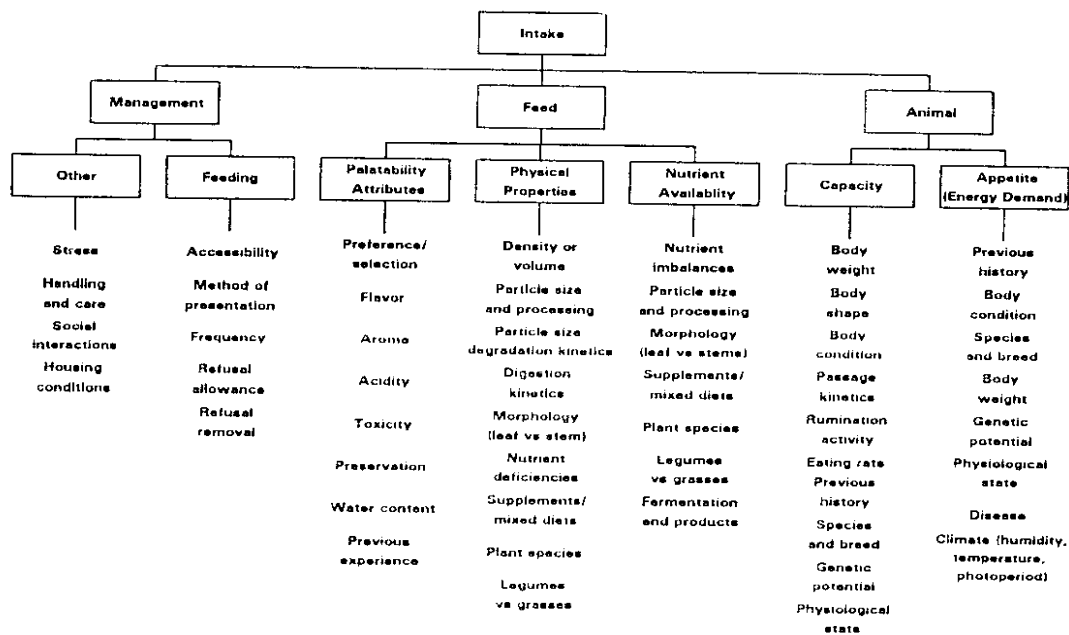
consumo voluntário.

Variação no consumo e mecanismos de regulação:

A apreciação e o conhecimento dos mecanismos que controlam o consumo em animais indicam que o consumo não é simplesmente um atributo do alimento, mas sim uma função de características do alimento, animal e situação alimentar. Para obter-se estimativas válidas da qualidade da forragem, os fatores extrínsecos que afetam o consumo devem ser controlados de modo que as características intrínsecas da forragem que determinam o consumo sejam medidas. RAYMOND (1969) enfatizou a necessidade de uma rígida standardização das condições sobre a qual o consumo é medido. Isso é necessário não somente para reduzir as variações nas medidas de consumo, mas também para aumentar a comparabilidade de medidas entre estações experimentais, e para garantir que as características da forragem e não que os fatores relacionados ao animal e situações de alimentação sejam grandemente medidos.

A multiplicidade de fatores que influenciam o consumo são apresentados na figura 4, a qual apresenta uma listagem relativamente completa de variáveis em um formato estruturado.

Custos e benefícios do consumo de alimento: um estudo de otimização.



(TOLKAMP and KETELAARS, 1992).

Recentemente, uma nova teoria de regulação de consumo em ruminantes foi levantada e construída pelos pesquisadores KETELAARS e TOLKAMP, do reino unido, e baseia-se em conceitos metabólicos e bioquímicos, envolvendo o consumo de oxigênio e a eficiência de utilização de energia metabolizável pelos animais. O oxigênio e o alimento são ambos vitais para o sustento da vida humana e animal. A oxidação controlada de matéria orgânica alimentar libera a energia necessária para manter a vida. Os consumos de alimentos e oxigênio tem portanto ligação natural na liberação de energia para manutenção, crescimento e produção.

O suporte da teoria de KETLAAR e TOLKAMP está nas causas fundamentais do processo de envelhecimento por ação de radicais livres. Neste enfoque, o envelhecimento é iniciado por danos oxidativos causados por espécies reativas de oxigênio. Estas, se originam no processo de uso de oxigênio para geração de ATP, e causam danos às estruturas celulares. Estes danos acumulam com a idade e resultam em deterioração da função celular e a perda de vitalidade está diretamente ligada ao consumo cumulativo de oxigênio. Reduzindo o consumo de oxigênio, seria esperado a redução do processo de envelhecimento, desacelerando a perda de performance e prolongando a vida. Porém, o oxigênio é imprescindível aos processos vitais, sendo assim, os organismos aeróbios enfrentam uma situação de troca entre benefícios e malefícios do consumo e utilização de oxigênio.

Esse novo conceito de regulação de consumo de alimento em ruminantes foi desenvolvido a partir da idéia de que o consumo de alimento apresenta tanto custos como benefícios para o animal. Considera-se que o consumo de energia líquida para manutenção e ganho como sendo os benefícios do consumo de alimento, e o concomitante consumo de oxigênio o custo.

Se a alimentação fosse somente benéfica, seria esperado dos animais maximizar o consumo. Contudo a alimentação envolve um custo devido ao requerimento de oxigênio para capturar, ingerir, digerir o alimento, absorver e utilizar os produtos finais da digestão. Contrariando as teorias tradicionais,

KETELAARS e TOLKAMP propõem que os animais otimizam o consumo, tentando alcançar um balanço ótimo entre os custos e benefícios da alimentação. Isto é causada pelo fato de que, os danos oxidativos acumulam durante a vida e alcançam um limite teórico. Desta forma, um balanço ótimo seria encontrado em razões benefício/custo onde o ótimo consumo de alimento é o nível de consumo no qual os benefícios (KJ de energia líquida) obtidos por unidade de custo (1 litro de O₂ consumido) torna-se máxima.

A figura 5 mostra o consumo de energia líquida como uma função do consumo de energia metabolizável, produção de calor como uma função do consumo de energia metabolizável, produção de calor como uma função do consumo de energia líquida, e a eficiência de utilização de oxigênio como uma função do consumo de energia líquida.

Na figura 5a encontramos a relação entre o consumo de energia líquida (NEI) e o consumo de energia metabolizável (MEI) para um animal alimentado com uma forragem de qualidade média com um valor de $q = 0,55$. Podemos observar que, inicialmente, o consumo de energia líquida aumenta rapidamente como uma função do consumo de energia metabolizável mas que a parcial eficiência de utilização de energia metabolizável gradualmente diminui. Claramente, os benefícios (NEI) por unidade de energia metabolizável ingerida diminuem com o aumento do consumo de energia metabolizável.

A figura 5b mostra como a produção de calor (HP) varia com o MEI, sendo que o consumo de oxigênio é proporcional a produção de calor. Pode-se verificar, portanto, nessa figura, que o consumo adicional de oxigênio por unidade extra de energia metabolizável torna-se maior com o aumento do consumo de energia metabolizável.

A partir das figuras 5a e 5b, torna-se evidente que com o aumento de MEI, os benefícios tornam-se progressivamente menores e os custos progressivamente maiores. No entanto, na teoria de otimização o MEI é de importância secundária, diferentemente do NEI e consumo de oxigênio, representado pela produção de calor.

Portanto, a produção de calor foi plotada em relação ao NEI na figura 5c. De acordo com a hipótese de KETELAAR e TOLKAMP, o nível ótimo de consumo de alimento é atingido quando a relação benefício:custo atinge seu maior valor. Na figura 5c esse é o nível de NEI no qual a tangente da curva passa através da origem. Todos os outros níveis de NEI poderão resultar em uma menor relação benefício:custo.

A relação de consumo de energia líquida e consumo total de oxigênio é mostrada na figura 5d como uma função do consumo de energia líquida. A máxima eficiência de utilização de oxigênio foi alcançada na relação $NEI/NEm = 1,35$ e um NEI por litro de oxigênio consumido de 14,84 KJ/litro.

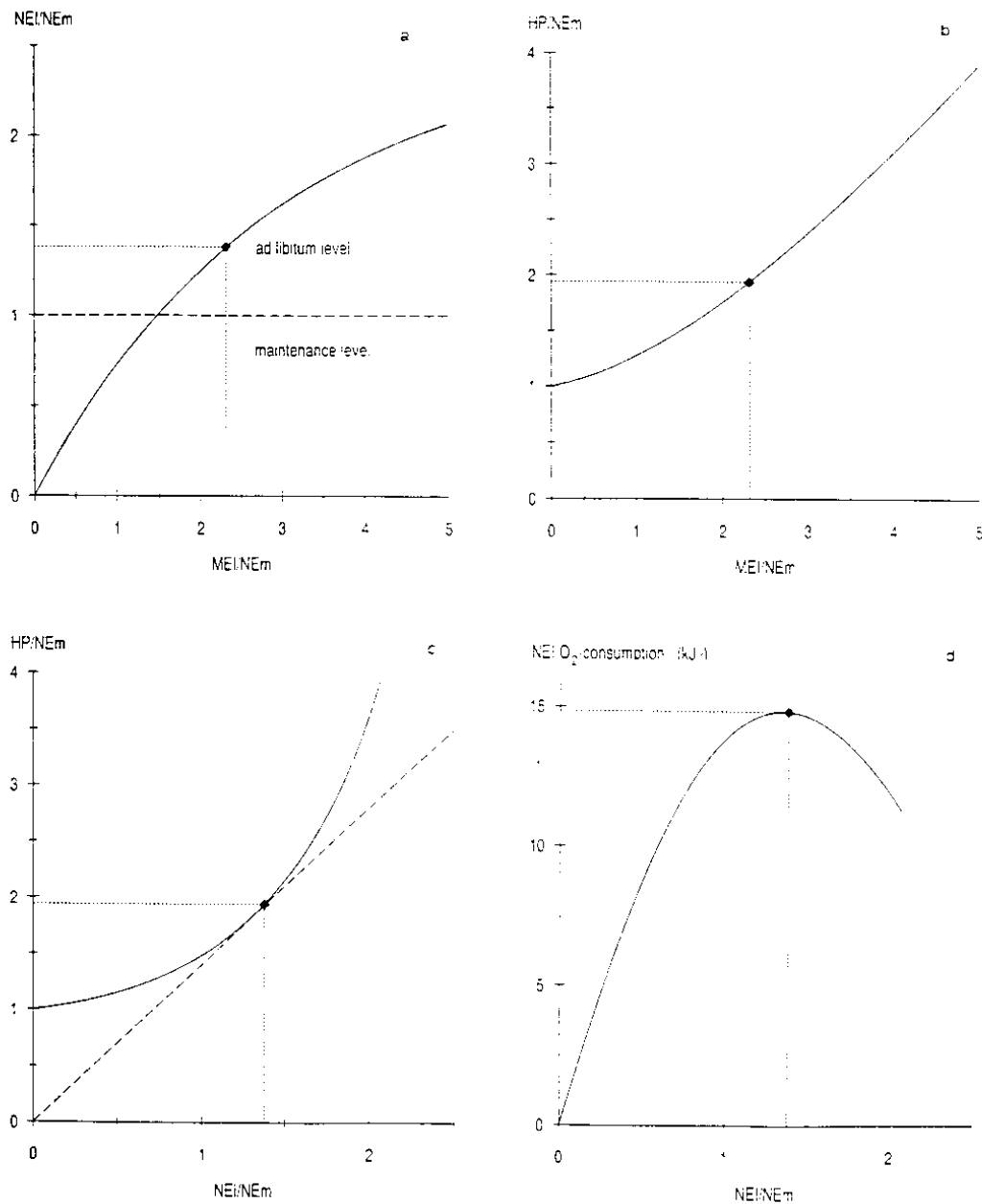


Figura 5 – (a) Consumo de energia líquida (NEI) como uma função do consumo de energia metabolizável (MEI); (b) Produção de calor (HP) como uma função do MEI; (c) HP como uma função do NEI; (d) Eficiência de utilização de oxigênio (NEI/O₂ consumido) como uma função do NEI. Todos os dados referentes a forragem de 0,55 de metabolizibilidade.

A figura 6 mostra a relação entre a eficiência de utilização de oxigênio e o consumo de energia líquida para um determinado número de forragens com valores de metabolizibilidade variando a partir de 0,45 a 0,65. O máximo valor para o qual a eficiência de utilização de oxigênio pode atingir para um determinado alimento, aumenta com o aumento da metabolizibilidade do alimento. O nível de consumo no qual a máxima eficiência é atingida também aumenta com a metabolizibilidade. Para um valor de $q = 0,45$, a máxima eficiência é encontrada para um nível de consumo relacionada a manutenção, e para um valor de $q = 0,65$ o nível de consumo é obtido a cerca de duas vezes a manutenção.

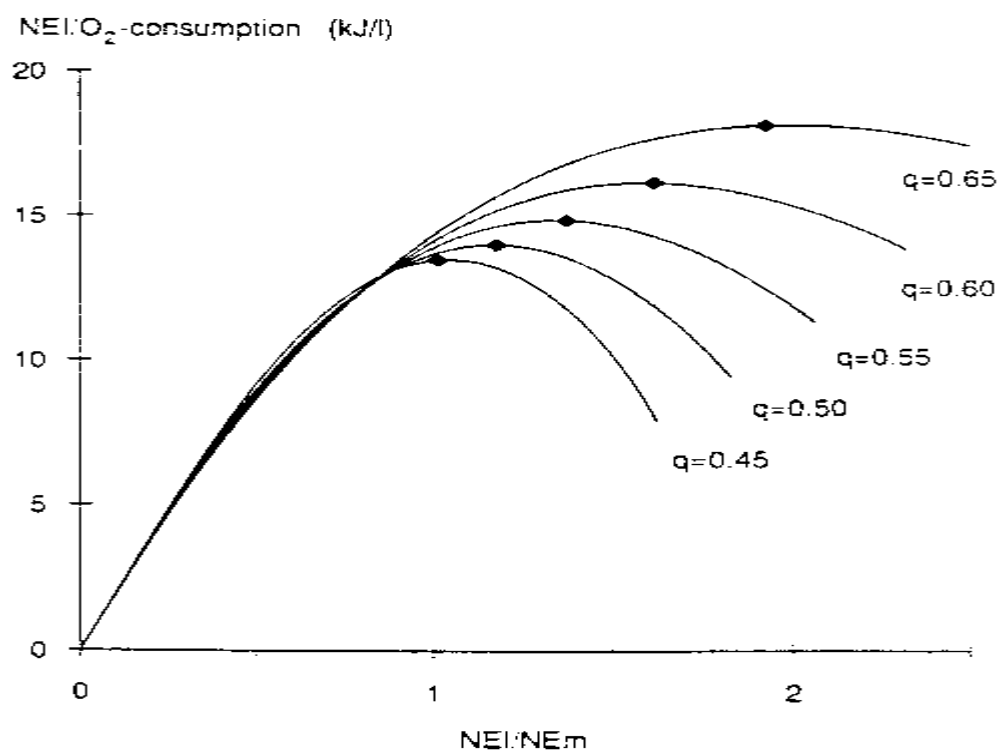


Figura 6 – Eficiência de utilização de oxigênio (NEI/O₂ consumido) como uma função do NEI para forragens de metabolizibilidade = 0.45, 0.50, 0.60 e 0.65.

3 – Balanceamento de dietas utilizando a FDN como fator de ajuste.

3.1 – PETER JOHANN BÜRGER.

Utilizou-se nesse trabalho, cinco bezerros da raça holandesa, machos inteiros, puros por cruza, com idade média de $5,8 \pm 0,7$ meses e peso corporal médio de $107,4 \pm 11,0$ kg, ao início do experimento. As dietas foram formuladas para conter 30, 45, 60, 75 e 90% de concentrado, com base na matéria seca (MS). As rações foram balanceadas utilizando-se como concentrado farelo de soja e fubá de milho, e como volumoso feno de capim coast-cross, além de minerais, cuja proporção percentual é apresentada na tabela 1. As rações foram formuladas para atender a taxa de 1kg de GMD, conforme recomendações do NRC (1989).

Tabela 1 – Proporção percentual dos ingredientes utilizados na formulação das dietas experimentais.

Ingredientes	Dietas experimentais				
	30	45	60	75	90
Fubá de milho	6,83	23,35	39,83	56,42	72,84
Farelo de soja	21,17	19,65	18,17	16,58	15,16
Feno de coast-cross	70,00	55,00	40,00	25,00	10,00
Calcário	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mistura mineral ¹	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

1 – Composição: fosfato bicálcico, 41,66%; sal comum, 56,79% sulfato de cobre, 0,20%; sulfato de zinco, 1,19%; iodato de potássio, 0,03%, sulfato de cobalto, 0,05%; e selenito de sódio, 0,08%.

A composição das rações concentradas e do feno é apresentada na tabela 2 e das dietas experimentais se encontra na tabela 3.

Tabela 2 – Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CHT), cálcio (Ca) e fósforo (P) das rações concentradas (C) e do feno de capim *coast-cross* (feno).

Rações concentradas

Itens (%)	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	Feno
MS	88,18	87,92	88,00	87,76	87,97	88,03
MO ¹	93,14	94,70	95,40	95,69	96,10	93,59
PB ¹	40,18	28,33	20,90	19,11	17,27	6,54
EE ¹	1,74	2,24	2,99	3,64	3,68	0,86
FDN ¹	15,56	15,56	13,82	14,47	13,81	82,34
CHT ¹	51,22	64,13	71,51	72,94	75,15	86,19
Ca ¹	0,65	0,59	0,49	0,49	0,54	0,45
P ¹	0,45	0,39	0,26	0,23	0,29	0,18
EL ² (Mcal/kg)	1,81	1,86	1,89	1,90	1,91	0,71

1 – Percentagem na base de MS.

2 – Valor estimado.

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos totais (CHT) das dietas experimentais.

Itens (%)	Dietas experimentais				
	30	45	60	75	90
MS	88,07	87,98	88,01	87,83	87,20
MO ¹	93,45	94,08	94,68	95,17	95,85
PB ¹	16,63	16,35	15,16	15,96	16,19
EE ¹	1,12	1,48	2,13	2,94	3,40
FDN ¹	62,43	52,29	41,23	31,43	20,66
CHT ¹	75,70	76,25	77,39	76,27	76,26
EL ²	1,04	1,23	1,42	1,60	1,79

1 – Percentagem na base de MS.

2 – Valor estimado.

A seguir será calculada uma dieta baseando-se na capacidade de consumo de FDN, com os mesmos ingredientes utilizados por BÜRBER (1998). A composição bromatológica do concentrado e do feno utilizado é apresentada na tabela 4.

Tabela 4 – Composição bromatológica dos ingredientes utilizados.

	PB (%)	FDN (%)	EL ¹ (Mcal/kg)	Ca (%)	P (%)
Concentrado	21,72	14	1,9	0,49	0,23
Feno <i>coast-cross</i>	6,54	82,34	0,71	0,45	0,18

1 – Fubá de milho = 1,96 Mcal/kg; Farelo de soja = 1,94 Mcal/kg; Feno de coast cross = 2,863 – 0,0262 * % de FDN.

A seguir será calculada a proporção máxima de volumoso a ser utilizada na dieta.

$$V_{\max} (\text{volumoso máximo}) = [\text{CCFDN} * (\text{Elc}) - \text{REL} * (\text{FDNc})] / (\text{CCFDN}) * (\text{Elc} - \text{Elv}) + \text{REL} * (\text{FDNv} - \text{FDNc})$$

Onde:

CCFDN = Capacidade de consumo de FDN (1,2% do PV (MERTENS, 1988));

Elc = Energia líquida do concentrado;

Elv = Energia líquida do volumoso;

REL = Requerimento de energia líquida (Conforme NRC, 1989);

FDNc = FDN do concentrado;

FDNv = FDN do volumoso.

$$\text{CCFDN} = (1,2 * \text{PV}) / 100 = (1,2 * 107,4) / 100 = 1,288 \text{ kg}$$

$$\text{Elc} = 1,9 \text{ Mcal/kg}$$

$$\text{REL} = (0,086 * \text{PV}^{0,75}) + [(0,025 * \text{PV}^{0,75}) (\text{GPV}^{1,097}) + \text{GPV}] = 2,869139485 + 1,834052176 = 4,7 \text{ Mcal/dia}$$

$$\text{Elv} = 2,863 - 0,0262 * \% \text{FDN} = 2,863 - 0,0262 * 82,34 = 0,71 \text{ Mcal/kg}$$

$$V_{\max} = [1,288 * (1,9) - 4,7 * (0,14)] / (1,288 * (1,9 - 0,71) + 4,7 * (0,8234 - 0,14))$$

$$V_{\max} = 1,7892 / 4,745652 = 0,377 * 100 = \mathbf{37,7\% \text{ de volumoso na dieta}}$$

Dessa forma, o teor de FDN da ração pode ser calculado como:

$$\text{FDNr} = (V_{\max} * \text{FDNv}) + (0,98 - V_{\max}) * \text{FDNc}$$

$$\text{FDNr} = (0,377 * 0,8234) + (0,98 - 0,377) * 0,14$$

$$\text{FDNr} = \mathbf{39,48\% \text{ de FDN total.}}$$

O consumo de matéria seca para um animal de 107,4 kg de PV e GMD de 1 kg, pode ser estimado segundo o NRC (1989):

$$\text{DM} = \text{DMM} + \text{DMG}$$

$$\text{DMM} = \text{NEM} / \text{NEMDM}$$

$$\text{DMG} = \text{NEG} / \text{NEGDM}$$

$$\text{NEG} = 0,025 * \text{PV}^{0,75} (\text{GPV}/1)^{1,097} + 1 (\text{GPV}/1) = 1,83$$

$$\text{NEGDM} = (1,42 * \text{MEDM}) - (0,174 * (\text{MEDM})^2) + (0,0122 * (\text{MEDM})^3) - 1,65$$

$$\begin{aligned}
\text{MEDM} &= 2,67 \text{ (animais até 12\% do peso a maturidade)} \\
\text{NEGDM} &= (1,42 * 2,67) - (0,174 * (2,67)^2) + (0,0122 * (2,67)^3) - 1,65 \\
\text{NEGDM} &= 3,7914 - 1,2404286 + 0,232216788 - 1,65 = 1,133188 \\
\text{DMG} &= 1,83/1,133188 = 1,6149 \\
\text{NEM} &= 0,086 * \text{PV}^{0,75} = 2,8691 \\
\text{NEMDM} &= (1,37 * \text{MEDM}) - (0,138 * (\text{MEDM})^2) + (0,0105 * (\text{MEDM})^3) - 1,12 \\
\text{NEMDM} &= 3,6579 - 0,9837882 + 0,199858711 - 1,12 = 1,7539705 \\
\text{DMM} &= 2,8691/1,7539705 = 1,63577 \\
\text{CMS} &= 1,63577 + 1,6149 = \mathbf{3,25 \text{ kg/dia.}}
\end{aligned}$$

Requerimento do animal (macho inteiro com 107,4 kg PV e GMD de 1 kg):

$$\text{CMS} = 3,25 \text{ kg/dia}$$

$$\text{PB} = 16 \%$$

$$\text{EL} = 1,45 \text{ Mcal/kg (REL/CMS} = 4,7/3,25)$$

Dessa formula utilizando-se 37,7% de volumoso, teremos:

$$37,7 * 6,54 = 2,46\% \text{ de PB oferecido pelo feno}$$

$$\underline{- 16\% \text{ requerimento de PB}}$$

$$13,53\% \text{ de déficit de PB}$$

1% da MS será constituída por calcário e 1% por mistura mineral.

Assim tenho que 60,3% da MS é uma mistura de fubá de milho + farelo de soja

$$\text{Em } 60,3\% \text{ ----- } 13,53 \%$$

$$100 \text{ ----- } x$$

$$x = 22,44 \%$$

$$\text{Milho } 8\% \text{PB} \quad \boxed{22,44} \quad 31,93 \quad \text{-----} \quad 68,86\% \text{ (31,93/46,37*100)}$$

$$\text{FS } 54,37\% \text{PB} \quad \boxed{22,44} \quad \underline{14,44} \quad \text{-----} \quad 31,14\% \text{ (14,44/46,37*100)}$$

$$46,37 \text{ -----}$$

$$68,86 \text{ ----- } 100$$

$$x \text{ ----- } 60,3$$

$$x = 41,52\% \text{ de milho}$$

$$31,14 \text{ ----- } 100$$

$$x \text{ ----- } 60,3$$

$$x = 18,78\% \text{ de farelo de soja}$$

Na tabela 5 está apresentada a proporção percentual dos ingredientes utilizados na formulação da dieta e a composição bromatológica.

Tabela 5 - Proporção percentual dos ingredientes utilizados na formulação da dieta, bem como os teores de proteína bruta (PB), energia líquida (EL), fibra em detergente neutro (FDN), cálcio (Ca) e fósforo (P).

	MS %	PB %	PB Of	EL Mcal/kg	EL Of	FDN %	FDN Of	Ca %	Ca Of	P %	P Of
Fubá de milho	41,52	8	3,322	1,96	0,814	14	5,813	0,03	0,012	0,26	0,108
Farelo de soja	18,78	54,37	10,21	1,94	0,364	14	2,629	0,33	0,062	0,57	0,107
Feno <i>coast-cross</i>	37,7	6,54	2,47	0,71	0,268	82,34	31,042	0,49	0,185	0,14	0,053
Calcário	1	----	----	----	----	----	----	34	0,34	----	----
Mistura mineral	1	----	----	----	----	----	----	9,16	0,092	8,04	0,080
Total	100	----	16,00	----	1,45	----	39,48	----	0,69	----	0,35

Utilizando-se essas proporções de ingredientes, tanto o requerimento de FDN como de EL será atendido. Para aumentar-se o teor de energia da dieta, deve-se diminuir a relação volumoso:concentrado, e vice-versa.

3.2 – ALECSSANDRO REGAL DUTRA:

Foram utilizados nesse experimento quatro novilhos, com predominância da raça Pardo-Suiça, castrados, com peso médio de 316 kg e com idade de 24 a 36 meses. Foram utilizadas quatro rações experimentais com base em cana-de-açúcar in natura picada, silagem de capim elefante e grão de milho. As rações com alta e baixa fibra (FDN) foram calculadas para uma taxa de ganho de peso provável de 700 e 1000 g/dia, respectivamente. Também foram utilizados uréia, fosfato bicálcico, sal comum e melação nas rações, sendo todas calculadas e balanceadas para suprirem os ganhos de peso vivo propostos, de acordo com o NRC (1989).

A proporção dos ingredientes utilizados nas rações e a composição bromatológica das quatro rações experimentais constam na tabela 1. A composição bromatológica dos concentrados e dos volumosos utilizados na formulação das rações experimentais constam na tabela 2.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes (% MS) e composições bromatológica em matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos totais (CT), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente

ácido (FDA), hemicelulose (HEM), cinza (CIN) e minerais das rações experimentais.

	Rações			
	BF-FSo	BF-FGM/FSa	AF-FSo	AF-FGM/Fsa
Proporções dos Ingredientes (% MS)				
Cana-de-açúcar	23,8	23,0	36,9	42,1
Sil.Cap. Elefante	21,8	20,9	40,6	41,3
Grão de milho	37,2	43,1	-----	-----
Farelo de soja	11,6	-----	16,9	-----
Farinha de sangue	-----	1,6	-----	5,2
F. glútem de milho	-----	5,8	-----	5,8
Melaço	3,0	3,0	3,0	3,0
Uréia	0,7	0,7	0,7	0,7
Fosfato bicálcico	1,6	1,6	1,6	1,6
Sal	0,3	0,3	0,3	0,3
Vol./Conc.	45,5/54,5	43,9/56,1	77,5/22,5	83,4/16,6
Composições Bromatológica (%MS)				
MS	52,46	53,36	40,93	39,31
MO	94,99	95,24	93,74	94,05
PB	10,67	11,39	11,96	12,15
PDR/PNDR	2,4/1,0	1,2/1,0	3,8/1,0	0,8/1,0
CT	82,91	82,62	80,93	81,04
EE	1,41	1,23	0,85	0,86
FDN	39,51	37,87	55,32	59,06
FDA	20,71	19,39	34,03	34,97
HEM	18,80	18,48	21,29	24,09
CIN	5,01	4,76	6,26	5,95
P	0,55	0,52	0,49	0,41
Ca	0,52	0,49	0,59	0,56
Mg	0,15	0,14	0,16	0,14
S	0,13	0,11	0,12	0,09
K	1,20	0,97	1,72	1,44

BF = baixa fibra; AF = alta fibra; Fso = farelo de soja; FGM/Fsa = farelo de glúten de milho associado com farinha de sangue.

Vol./Conc. = proporção volumoso e concentrado nas rações.

PDR = proteína degradável no rúmen e PNDR = proteína não degradável no rúmen.

Tabela 2 – Composição bromatológica em matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos totais (CT), extrato etéreo (EE), fibra em

detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM) e cinza (CIN) dos concentrados e dos volumosos das rações experimentais.

	Composição Bromatológica								
	MS	MO	PB	CT	EE	FDN	FDA	HEM	CIN
	Concentrados (% MS)								
BF-Fso	89,10	94,19	17,33	74,85	2,01	17,03	3,24	13,79	5,81
BF-FGM/Fsa	89,08	94,67	18,20	74,81	1,66	15,56	2,01	13,55	5,33
AF-Fso	89,28	86,51	43,69	41,45	1,37	13,51	5,23	8,28	13,49
AF-FGM/Fsa	89,24	89,94	58,96	29,30	1,68	20,78	0,63	20,15	10,06
Cana-de-açúcar	33,51	97,38	1,70	95,21	0,47	56,49	34,29	22,20	2,62
Sil. Cap. Elefante	37,38	94,39	3,80	89,67	0,92	77,25	49,62	27,63	5,61

BF = Baixa fibra; AF = Alta fibra; Fso = Farelo de soja; FGM/Fsa = Farelo de glútem de milho associado com farinha de sangue.

A seguir será calculada uma dieta baseando-se na capacidade de consumo de FDN, com os mesmos ingredientes utilizados por DUTRA (1996). Como foi verificado pelo autor que não houve diferença significativa no consumo em função da fonte protéica utilizada, optou-se por utilizar-se farelo de soja como fonte de proteína, não utilizando-se farinha de sangue e nem farinha de glútem de milho. A composição bromatológica dos ingredientes utilizados é apresentada na tabela 3.

Tabela 3 – Composição bromatológica dos ingredientes utilizados.

	PB (%)	FDN (%)	EL ¹ (Mcal/kg)	Ca (%)	P (%)
Grão de milho	8	14	1,96	0,03	0,26
Farelo de soja	45	14	1,94	0,33	0,57
Cana-de-açúcar	1,7	56,49	1,11	0,13	0,04
Sil. Cap. Elefante	3,8	77,25	1,11	0,32	0,11
Melaço	3,14	-----	1,88	0,36	0,16
Uréia	281	-----	-----	-----	-----
Fosfato bicálcico	-----	-----	-----	22	19,3

A seguir será calculada a proporção máxima de volumoso a ser utilizada na dieta. Como volumoso será utilizado uma mistura de 50% de cana-de-açúcar e 50% de silagem de capim elefante. Assim, o teor de PB do volumoso será 2,75% ($0,5 \times 1,7 + 0,5 \times 3,8$) e de FDN 66,87% ($0,5 \times 56,49 + 0,5 \times 77,25$).

$$V_{\max} (\text{volumoso máximo}) = [\text{CCFDN} * (\text{Elc}) - \text{REL} * (\text{FDNc})] / (\text{CCFDN}) * (\text{Elc} - \text{Elv}) + \text{REL} * (\text{FDNv} - \text{FDNc})$$

Onde:

CCFDN = Capacidade de consumo de FDN (1,2% do PV (MERTENS, 1988));

Elc = Energia líquida do concentrado;

Elv = Energia líquida do volumoso;

REL = Requerimento de energia líquida (Conforme NRC, 1989);

FDNc = FDN do concentrado;

FDNv = FDN do volumoso.

$$\text{CCFDN} = (1,2 * \text{PV}) / 100 = (1,2 * 316) / 100 = 3,792 \text{ kg}$$

$$\text{Elc} = 1,9 \text{ Mcal/kg (Mistura milho + FS)}$$

$$\text{REL} = (0,086 * \text{PV}^{0,75}) + [(0,025 * \text{PV}^{0,75}) (\text{GPV}^{1,097}) + \text{GPV}] = 6,45 + 2,87 = 9,32 \text{ Mcal/dia}$$

$$\text{Elv} = 2,863 - 0,0262 * \% \text{FDN} = 2,863 - 0,0262 * 66,87 = 1,11 \text{ Mcal/kg}$$

$$V_{\max} = [3,792 * (1,9) - 9,32 * (0,14)] / (3,792 * (1,9 - 1,11) + 9,32 * (0,6687 - 0,14))$$

$$V_{\max} = (7,2048 - 1,3048) / (2,99568 + 4,927484) = 5,9 / 7,923164 = \mathbf{74,47\% \text{ de volumoso na dieta}}$$

Dessa forma, o teor de FDN da ração pode ser calculado como:

$$\text{FDNr} = (V_{\max} * \text{FDNv}) + (0,944 - V_{\max}) * \text{FDNc}$$

$$\text{FDNr} = (0,7447 * 0,6687) + (0,944 - 0,7447) * 0,14$$

$$\text{FDNr} = \mathbf{52,59\% \text{ de FDN total.}}$$

O consumo de matéria seca para um animal de 316 kg de PV e GMD de 1 kg, pode ser estimado segundo o NRC (1989):

$$\text{CMS} = \text{DMM} + \text{DMG}$$

$$\text{DMM} = \text{NEM} / \text{NEMDM}$$

$$\text{NEM} = 0,086 * \text{PV}^{0,75} = 0,086 * 316^{0,75} = 6,44561$$

$$\text{NEMDM} = (1,37 * \text{MEDM}) - (0,138 * (\text{MEDM})^2) + (0,0105 * (\text{MEDM})^3) - 1,12$$

$$\text{MEDM} = 2,67 - 0,67 [(\text{RELLW} - 0,125) / (0,75 - 0,125)]$$

$$\text{RELLW} = 316 / 1000 = 0,316$$

$$\text{MEDM} = 2,67 - [0,67 (0,316 - 0,125) / (0,75 - 0,125)]$$

$$\text{MEDM} = 2,67 - (0,12797 / 0,625) = 2,67 - 0,204752 = 2,46$$

$$\text{NEMDM} = (1,37 * 2,46) - (0,138 * (2,46)^2) + (0,0105 * (2,46)^3) - 1,12$$

$$\text{NEMDM} = 3,3702 - 0,8351208 + 0,156312828 - 1,12 = 1,57139$$

$$\text{DMM} = 6,44561 / 1,57139 = 4,1$$

$$\text{DMG} = \text{NEG} / \text{NEGDM}$$

$$\begin{aligned} \text{NEG} &= 0,025 * \text{PV}^{0,75} (\text{GPV}/1)^{1,097} + 1 (\text{GPV}/1) = 2,87 \\ \text{NEGDM} &= (1,42 * \text{MEDM}) - (0,174 * (\text{MEDM})^2) + (0,0122 * (\text{MEDM})^3) - 1,65 \\ \text{NEGDM} &= (1,42 * 2,46) - (0,174 * (2,46)^2) + (0,0122 * (2,46)^3) - 1,65 \\ \text{NEGDM} &= 3,4932 - 1,0529784 + 0,181620619 - 1,65 = 0,971842219 \\ \text{DMG} &= 2,87/0,971842219 = 2,95315 \\ \text{CMS} &= 4,1 + 2,95315 = \mathbf{7,05 \text{ kg/dia.}} \end{aligned}$$

Requerimento do animal (macho com 316 kg PV e GMD de 1 kg):

$$\text{CMS} = 7,05 \text{ kg/dia}$$

$$\text{PB} = 12 \%$$

$$\text{EL} = 1,32 \text{ Mcal/kg (REL/CMS} = 9,32/7,05)$$

Dessa formula utilizando-se 74,47% de volumoso, teremos:

$$\begin{aligned} \text{Volumoso} &\text{ ----- } 74,47 * 2,75 = 2,05 \text{ \% de PB oferecido;} \\ \text{Melaço} &\text{ ----- } 3,0 * 3,14 = 0,0942 \text{ \%} \\ \text{Uréia} &\text{ ----- } 0,7 * 281 = \underline{1,967 \text{ \%}} \\ &4,11 \\ &\underline{- 12\% \text{ requerimento de PB}} \\ &7,89\% \text{ de déficit de PB} \end{aligned}$$

3% da MS será constituída de melaço, 0,7% de uréia, 1,6% de fosfato bicálcico e 0,3% de sal.

Assim tenho que 19,93% da MS é uma mistura de fubá de milho + farelo de soja

$$\text{Em } 19,93\% \text{ ----- } 7,89 \text{ \% de PB}$$

$$100 \text{ ----- } x$$

$$x = 39,59 \text{ \% de PB na mistura concentrada}$$

Milho 8% PB	39,59	5,41	_____	14,62% (5,41/37*100)
FS 45% PB		31,59	_____	85,38% (31,59/37*100)
		37	_____	

$$\begin{aligned} 14,62 &\text{ ----- } 100 \\ x &\text{ ----- } 19,93 \end{aligned}$$

$$x = 2,91\% \text{ de milho}$$

$$\begin{aligned} 85,38 &\text{ ----- } 100 \\ x &\text{ ----- } 19,93 \end{aligned}$$

$$x = 17,02\% \text{ de farelo de soja}$$

Na tabela 4 está apresentada a proporção percentual dos ingredientes utilizados na formulação da dieta e a composição bromatológica.

Tabela 4 - Proporção percentual dos ingredientes utilizados na formulação da dieta, bem como os teores de proteína bruta (PB), energia líquida (EL), fibra em detergente neutro (FDN), cálcio (Ca) e fósforo (P).

	MS	PB	PB	EL	EL	FDN	FDN	Ca	Ca	P	P
	%	%	Of	Mcal/kg	Of	%	Of	%	Of	%	Of
Grão de milho	2,91	8	0,233	1,96	0,057	14	0,4074	0,03	0,0008	0,26	0,007
Farelo de soja	17,02	45	7,659	1,94	0,330	14	2,3828	0,33	0,056	0,57	0,097
Volumoso ¹	74,47	2,75	2,048	1,11	0,827	66,87	49,798	0,22	0,16	0,07	0,052
Melaço	3,0	3,14	0,094	1,88	0,056	----	----	0,36	0,0108	0,16	0,005
Uréia	0,7	281	1,967	----	----	----	----	----	----	----	----
Fosfato bicálcico	1,6	----	----	----	----	----	----	22	0,352	19,3	0,31
Sal	0,3	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Total	100	----	12,00	----	1,27	----	52,59	----	0,58	----	0,47

Utilizando-se essas proporções de ingredientes, os requerimentos de PB, FDN e minerais será atendido. Porém, verifica-se um déficit de 0,05 Mcal de EL/kg de MS. Isso poderá ser resolvido diminuindo-se a relação volumoso:concentrado.

3.3 – FLÁVIO DUTRA RESENDE

Foram utilizados 12 bovídeos machos não-castrados, sendo quatro nelores (NE), quatro holandeses (HOL) e quatro bubalinos mestiços mediterrâneos (BUF), com idade média de 24 meses e peso vivo médio inicial de 277; 299 e 328 kg, respectivamente. Foram utilizadas quatro rações experimentais, constituídas de feno de capim-braquiária moído, farelo de soja, milho desintegrado com palha e sabugo, uréia e mistura mineral. As rações experimentais apresentavam uma proporção de volumoso/concentrado de 87,5/12,5; 75,0/25,0; 67,5/32,5; 50,0/50,0, com níveis decrescentes de fibra em detergente neutro (FDN) de 75,99; 66,49; 58,66 e 51,94%, respectivamente.

Na tabela 1 encontra-se a composição bromatológica do feno e dos concentrados utilizados nas diferentes rações formuladas. Na tabela 2 estão apresentadas a composição percentual na qual os ingredientes entraram na formulação das rações e a composição bromatológica das rações experimentais.

Tabela 1 – Composição químico-bromatológica (% da MS) e Energia bruta (Mcal/kg) do feno e dos concentrados utilizados nas diferentes rações formuladas¹.

Componentes	Feno	Concentrados			
		12,5	25,0	37,5	50,0
Matéria seca	83,13	85,20	84,76	85,69	84,74
Energia bruta	3,83	4,03	4,08	3,91	3,88
Matéria orgânica	93,21	95,09	96,19	96,66	96,29
FDN	83,56	29,48	31,74	35,85	38,11
FDA	51,66	13,34	15,11	16,59	16,39
Celulose	38,77	10,08	11,66	12,65	12,54
Hemicelulose	31,90	15,89	17,47	19,53	20,94
Proteína bruta	4,27	43,83	24,00	18,84	17,25

1 – Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

Tabela 2 – Composição percentual e Químico-Bromatológica das Rações Experimentais.

Ingredientes (Base na MN) (% da ração)	Rações			
	12,5	25,0	37,5	50,0
Feno de Capim-braquiária	86,50	67,90	49,04	31,27
Farelo de soja	6,50	7,00	7,50	10,00
MDPS	6,00	24,00	42,00	57,00
Uréia	0,90	0,95	0,99	0,86
Mistura Mineral ¹	0,10	0,15	0,47	0,88
Composição Químico-Bromatológica (Base na MN)				
Matéria seca (%)	83,42	83,67	84,47	84,25
Proteína bruta (%)	9,15	10,30	11,42	12,76
FDN (%)	75,99	66,49	58,66	51,94
E. Digestível (kcal/kg)	2,04	2,20	2,32	2,33
FDA (%)	46,30	39,62	33,35	27,12
Celulose (%)	34,76	29,84	25,14	20,52
Hemicelulose (%)	29,66	27,15	25,44	24,27
Matéria Org. Digestível (%)	52,43	55,39	59,40	60,23

1 – A base de cloreto de sódio (nos níveis de 98,69; 63,62; 21,35 e 12,08%), fosfato bicálcico (0,0; 35,07; 41,05; e 42,27%), calcário (0,0; 0,0; 36,29 e 44,33%), sulfato de zinco (1,0%), sulfato de cobre (0,25%), iodato de potássio (0,03%) e sulfato de cobalto (0,03%), para as rações 12,5; 25,0; 37,5 e 50,0, respectivamente.

A seguir será calculada uma dieta baseando-se na capacidade de consumo de FDN, com os mesmos ingredientes utilizados por RESENDE (1994). Para o cálculo, utilizo-se um animal da raça holandesa, com 300 kg de PV e GMD de 1 kg. A composição bromatológica dos ingredientes utilizados é apresentada na tabela 3.

Tabela 3 – Composição bromatológica dos ingredientes utilizados.

	PB (%)	FDN (%)	EL ¹ (Mcal/kg)	Ca (%)	P (%)
Feno de capim-braquiária	4,27	83,56	0,674	0,28	0,25
Farelo de soja	45	14	1,94	0,33	0,57
MDPS	8,26	39,23	1,56	0,08	0,21
Uréia	281	-----	-----	-----	-----
Mistura mineral	-----	-----	-----	21,4	8,14

A seguir será calculada a proporção máxima de volumoso a ser utilizada na dieta. Para estimar-se o teor de EL e de FDN do concentrado, o qual era constituído por farelo de soja + MDPS, utilizou-se inicialmente uma proporção de 15,73% de FS e 84,27% de MDPS. Dessa forma, o teor de FDN do concentrado foi estimado como sendo 35,26% $\{(15,73 * 0,14) + (84,27 * 0,3923)\}$ e de EL de 1,62 Mcal/kg MS $\{(15,73 * 1,94) + (84,27 * 1,56)\}$.

$$V_{max} (\text{volumoso máximo}) = [CCFDN * (Elc) - REL * (FDNc)] / (CCFDN) * (Elc - Elv) + REL * (FDNv - FDNc)$$

Onde:

CCFDN = Capacidade de consumo de FDN (1,2% do PV (MERTENS, 1988));

Elc = Energia líquida do concentrado;

Elv = Energia líquida do volumoso;

REL = Requerimento de energia líquida (Conforme NRC, 1989);

FDNc = FDN do concentrado;

FDNv = FDN do volumoso.

$$CCFDN = (1,2 * PV) / 100 = (1,2 * 300) / 100 = 3,6 \text{ kg}$$

$$Elc = 1,62 \text{ Mcal/kg}$$

$$FDNc = 35,26\%$$

$$REL = (0,086 * PV^{0,75}) + [(0,025 * PV^{0,75}) (GPV^{1,097}) + GPV] = 6,199 + 2,802 =$$

$$REL = 9,0 \text{ Mcal/dia}$$

$$\begin{aligned} \text{Elv} &= 2,863 - 0,0262 * \% \text{FDN} = 2,863 - 0,0262 * 83,53 = 0,674 \text{ Mcal/kg} \\ \text{Vmax} &= [3,6 * (1,62) - 9 * (0,3526)] / (3,6 * (1,62 - 0,674) + 9 * (0,8356 - 0,3526)) \\ \text{Vmax} &= (5,832 - 3,1734) / (3,4056 + 4,347) = 2,6586 / 7,7526 \\ &= \mathbf{34,29\% \text{ de volumoso na dieta}} \end{aligned}$$

Dessa forma, o teor de FDN da ração pode ser calculado como:

$$\begin{aligned} \text{FDNr} &= (\text{Vmax} * \text{FDNv}) + (0,9826 - \text{Vmax}) * \text{FDNc} \\ \text{FDNr} &= (0,3429 * 0,8356) + (0,9826 - 0,3429) * 0,3495 \\ \text{FDNr} &= \mathbf{51,1 \% \text{ de FDN total.}} \end{aligned}$$

O consumo de matéria seca para um animal de 300 kg de PV e GMD de 1 kg, pode ser estimado segundo o NRC (1989):

$$\begin{aligned} \text{CMS} &= \text{DMM} + \text{DMG} \\ \text{DMM} &= \text{NEM} / \text{NEMDM} \\ \text{NEM} &= 0,086 * \text{PV}^{0,75} = 0,086 * 316^{0,75} = 6,20 \\ \text{NEMDM} &= (1,37 * \text{MEDM}) - (0,138 * (\text{MEDM})^2) + (0,0105 * (\text{MEDM})^3) - 1,12 \\ \text{MEDM} &= 2,67 - 0,67 [(\text{RELLW} - 0,125) / (0,75 - 0,125)] \\ \text{RELLW} &= 300 / 1000 = 0,3 \\ \text{MEDM} &= 2,67 - [0,67 (0,3 - 0,125) / (0,75 - 0,125)] \\ \text{MEDM} &= 2,67 - (0,11725 / 0,625) = 2,67 - 0,1876 = 2,48 \\ \text{NEMDM} &= (1,37 * 2,48) - (0,138 * (2,48)^2) + (0,0105 * (2,48)^3) - 1,12 \\ \text{NEMDM} &= 3,3976 - 0,8487552 + 0,160156416 - 1,12 = 1,589 \\ \text{DMM} &= 6,20 / 1,589 = 3,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DMG} &= \text{NEG} / \text{NEGDM} \\ \text{NEG} &= 0,025 * \text{PV}^{0,75} (\text{GPV}/1)^{1,097} + 1 (\text{GPV}/1) = 2,8 \\ \text{NEGDM} &= (1,42 * \text{MEDM}) - (0,174 * (\text{MEDM})^2) + (0,0122 * (\text{MEDM})^3) - 1,65 \\ \text{NEGDM} &= (1,42 * 2,48) - (0,174 * (2,48)^2) + (0,0122 * (2,48)^3) - 1,65 \\ \text{NEGDM} &= 3,5216 - 1,0701696 + 0,186086502 - 1,65 = 0,99 \\ \text{DMG} &= 2,8 / 0,99 = 2,828 \\ \text{CMS} &= 3,9 + 2,828 = \mathbf{6,73 \text{ kg/dia.}} \end{aligned}$$

Requerimento do animal (macho com 300 kg PV e GMD de 1 kg):

$$\begin{aligned} \text{CMS} &= 6,73 \text{ kg/dia} \\ \text{PB} &= 13 \% \\ \text{EL} &= 1,34 \text{ Mcal/kg (REL/CMS} = 9/6,73) \end{aligned}$$

Dessa formula utilizando-se 34,29% de volumoso, teremos:

Volumoso ----- 34,29 * 4,27 = 1,46 % de PB oferecido;
 Uréia ----- 0,86 * 281 = 2,42 %
 3,88
 - 13% requerimento de PB
 9,12% de déficit de PB

0,88% da MS será constituída de mistura mineral. Assim tenho que 63,97% da MS é uma mistura de farelo de soja + MDPS.

Em 63,97% ----- 9,12 % de PB
 100 ----- x
 x = 14,26 % de PB na mistura concentrada

FS 45% PB	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">39,59</div>	6,0 _____	16,33% (6,0/36,74*100)
MDPS 8,26%		<u>30,74</u> _____	83,67% (30,74/36,74*100)
		36,74 ____	

16,33 ----- 100	83,67 ----- 100
x ----- 63,97	x ----- 63,97
x = 10,45% de FS	x = 53,52% de MDPS

Na tabela 4 está apresentada a proporção percentual dos ingredientes utilizados na formulação da dieta e a composição bromatológica.

Tabela 4 - Proporção percentual dos ingredientes utilizados na formulação da dieta, bem como os teores de proteína bruta (PB), energia líquida (EL), fibra em detergente neutro (FDN), cálcio (Ca) e fósforo (P).

	MS %	PB %	PB Of	EL Mcal/kg	EL Of	FDN %	FDN Of	Ca %	Ca Of	P %	P Of
Grão de milho	2,91	8	0,233	1,96	0,057	14	0,4074	0,03	0,0008	0,26	0,007
Farelo de soja	17,02	45	7,659	1,94	0,330	14	2,3828	0,33	0,056	0,57	0,097
Volumoso ¹	74,47	2,75	2,048	1,11	0,827	66,87	49,798	0,22	0,16	0,07	0,052
Melaço	3,0	3,14	0,094	1,88	0,056	----	----	0,36	0,0108	0,16	0,005
Uréia	0,7	281	1,967	----	----	----	----	----	----	----	----
Fosfato bicalcico	1,6	----	----	----	----	----	----	22	0,352	19,3	0,31
Sal	0,3	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Total	100	----	12,00	----	1,27	----	52,59	----	0,58	----	0,47

Utilizando-se essas proporções de ingredientes, os requerimentos de PB, FDN e minerais será atendido. Porém, verifica-se um déficit de 0,05 Mcal de EL/kg de MS. Isso poderá ser resolvido diminuindo-se a relação volumoso:concentrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BÜRGER, P.J. Consumo, digestibilidade, eficiência microbiana, cinética da digestão e comportamento ingestivo em bezerros Holandeses. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1998 (Tese D.S.).
- DUTRA, A. R. Efeitos dos níveis de fibra e de fontes de proteínas sobre a digestão dos nutrientes e síntese de compostos nitrogenados microbianos em novilhos. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1996 (Tese M.S.).
- FORBES, J.M. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB International, Biddles Ltd, UK, 1995, 532 p.
- ILLIUS, A W. and JESSOP, N.S. Metabolic constraint on voluntary intake in ruminants. *J. Anim. Sci.*, v. 74, p. 3052-3062, 1996.
- KETELAARS, J.J.M.H. and TOLKAMP, B.J. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants. Coast and benefits of feed consumption: an optimization approach. *Livestock Production Science*, v. 30, p. 297-317, 1992.
- MERTENS, D.R. Factors influencing feed intake in lactation cows: from theory to application using neutral detergent fiber. *Proc. Georgia Nutr. Conf.* p. 1-18, 1985.
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J. Animal Sci.* 64:1548-1558, 1987.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: *Forage Quality, Evaluation, and Utilization* (G.C. Fahey, Jr., ed.). Am. Soc. Agron., Madison, WI, p. 450-493, 1994.
- MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. Informational Conference with Dairy and Forages Industries. US Dairy Forage Research Center, 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th ver. Ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC. 1989.
- RAYMOND, W.F. The nutritive value of forage crops. *Adv. Agron.* 21:1-108, 1969.

RESENDE, F.D. Efeito do nível de fibra em detergente neutro da ração sobre a ingestão alimentar de bovídeos de diferentes grupos raciais, em regime de confinamento. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1994 (Tese M.S.).

VAN SOEST, P.J. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell Univ. Press., Ithaca, NY, 1994.