

- PEREIRA, A. M.; Influência da fonte de proteína da dieta total, sobre a digestibilidade in vivo, produção e composição do leite de vacas holandesas. Dissertação de mestrado, UFLA, 1997, 78 pag.
- PINTO, S. M.; Produção e composição química do leite de vacas holandesas no início da lactação alimentadas com diferentes fontes de lipídeos. Dissertação de mestrado, UFLA, 1997, 74 pag.
- SANTOS, R. M.; Efeito de diferentes doses de somatotropina bovina (rBST) na produção e composição do leite de vacas da raça holandesa variedade preto e branco. Dissertação de mestrado, UFLA, 1996, 69 pag.
- SAUER, F.D., J.K.G. KRAMER AND W.J. CANTWELL. 1989. J. Dairy Sci. 72:436.
- SHARMA, B.K., G. YOUSIF AND M.J. VANDEHAAR. 1995. J. Dairy Sci. 78(Suppl. 1):265.
- STUDER, V.A. 1993. Use of prepartum propylene glycol or insulin administration for the prevention of periparturient fatty liver. MS Thesis, University of Wisconsin, Madison.
- STUDER, V.A., R.R. GRUMMER AND S.J. BERTICS. 1993. J. Dairy Sci. 76:2931.
- TEIXEIRA, L. F. A. C.; Efeito do estradiol, dietas e duração do período seco sobre o desempenho e fisiologia de vacas holandesas. Tese de Doutorado, UFLA, 2001, 150 pag.
- THOMAS, E.E., S.E. POE, R.K. MCGUFFEY, D.H. MOWREY AND R.D. ALLRICH. 1993. J. Dairy Sci. 76(Suppl. 1):280.
- WALDO, D.R. 1986. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions.
- ZAMET, C.N., V.F. COLENBRANDER, C.J. CALLAHAN, B.P. CHEW, R.E. ERB AND N.J. MOELLER. 1979. Theriogenology 11:229.

## UTILIZAÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO COM CONCENTRADO PARA VACAS EM LACTAÇÃO MANTIDAS EM PASTAGENS TROPICAIS

**FLÁVIO AUGUSTO PORTELA SANTOS**

Professor Livre Docente/Departamento de Zootecnia/USP-ESALQ

**JUNIO CESAR MARTINEZ  
TADEU VINHAS VOLTOLINI**

Alunos de pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens/Departamento de Zootecnia/USP-ESALQ

**CARLA MARIS BITTAR NUSSIO<sup>3</sup>**

Pesquisadora Dra. /EMBRAPA Pecuária Sudeste - São Carlos

### 1. Introdução

#### 1.1. Caracterização da pecuária leiteira nacional

O Brasil é o sexto maior produtor mundial de leite, apresentando uma produção anual de cerca de 21 bilhões de litros, sendo que para tal são utilizadas cerca de 16 milhões de cabeças (vacas em lactação e vacas secas). Apesar do grande volume de leite produzido, a produção média por vaca corresponde a 4,83 litros ao dia, caracterizando os dados nacionais como de baixa produtividade (Tabela 1).

Tabela 1. Número de vacas em lactação e produção de leite no Brasil

Região	Vacas <sup>1</sup>	Produção (1000 litros)	Média (litros vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )
Norte	1.121.699	1.080.198	3,57
Nordeste	2.505.313	2.216.044	3,28
Sudeste	5.251.835	8.958.399	6,35
Sul	3.396.161	5.227.752	5,70
Centro-oeste	3.581.273	3.214.715	3,32
Brasil	15.856.282	20.697.108	4,83

<sup>1</sup> Vacas em lactação + vacas secas

Fonte: Anualpec, 2002

Os valores reportados na Tabela 2 demonstram que o grande potencial de produção de leite na região tropical não é explorado devido aos baixos índices zootécnicos observado nos rebanhos nacionais, o que compromete a rentabilidade do setor.

Tabela 2. Índices zootécnicos da pecuária leiteira nacional

Variável	Índices <sup>1</sup>
Taxa de lotação (UA ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	0,50
Proporção de vacas em lactação no rebanho (%)	31,5
Produção de leite em 365 dias (quilos vaca <sup>-1</sup> )	1500
Produtividade (kg de leite ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	236,25 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Índices obtidos a partir de dados observados em propriedades comerciais

<sup>2</sup> 0,5 (UA ha<sup>-1</sup>) x 0,315 x 1500 (quilos de leite)

Fonte: Adaptado de Corsi et al., 2001

As transformações ocorridas a partir da década de 90 aliadas à topografia, menores preços da terra, da mão-de-obra e dos grãos, e aos programas de incentivo à produção através do chamado "Fundo do Centro-Oeste" (FCO) estimularam o deslocamento da produção de leite para os Cerrados (Jank e Galan, 1998). Este deslocamento resultou no período 1990-97, em aumento de 70% na produção de leite da Região Centro-Oeste, enquanto a produção nacional cresceu 38% (Gomes, 1997). Não obstante o rápido crescimento da produção de leite nos Cerrados, o aumento de produção deveu-se mais à expansão de fronteira do que a ganhos significativos de produtividade (Vilela et al., 1998).

Diante desse quadro, muitos produtores têm procurado novas alternativas para sobreviver neste mercado competitivo, através da adoção de tecnologias capazes de aumentar a produtividade, ampliar o volume de produção, reduzir os custos, melhorar a qualidade do leite e, ainda, como demanda mais recente, preservar o meio-ambiente. Essa modernização será decisiva para a pecuária leiteira sair do histórico extrativismo e se transformar em negócio lucrativo, competitivo e sustentável (Jank et al., 1999).

## 1.2. Intensificação dos sistemas de produção

A ocupação de pastagens nativas e cultivadas no Brasil é de aproximadamente 180 milhões de hectares (30% do território nacional), apresentando grande potencial de produção de leite, tendo em vista que quase 80% desta área estão na faixa tropical (IBGE, 1996), com possibilidades de produção forrageira durante a maior parte do ano (Assis et al., 1997).

No entanto, apesar de extensas e de apresentarem grande potencial, a utilização destas áreas é ineficiente, apresentando baixas taxas de lotação das pastagens e gerando baixos índices zootécnicos de produtividade. Do leite produzido no Brasil, grande parte é proveniente de vacas não especializadas, mantidas em pastagens tropicais mal manejadas, sob severas restrições nutricionais (Santos & Juchem, 2001).

Nos últimos anos tem-se intensificado o debate quanto aos sistemas de produção de leite mais adequados para o Brasil. Infelizmente, esta discussão tem sido muitas vezes desvirtuada e guiada por argumentações sem embasamento científico, fazendo o uso do conceito equivocado de que sistemas tropicais de produção em pastagens são necessariamente extensivos, capazes de explorar apenas animais mestiços, enquanto que sistemas confinados são sinônimos de intensificação e a única maneira de explorar vacas especializadas. É impossível estabelecer para o país como um todo um modelo ideal, único e padronizado para a produção de leite, uma vez que a grande diversidade das condições edafoclimáticas, sociais, culturais e econômicas, propiciam e justificam a presença de diferentes sistemas de produção (Santos & Juchem, 2001).

Entretanto, a vocação natural de grande parte das nossas bacias leiteiras, para a produção em pastagens (Corsi, 1986), e as profundas transformações ocorridas no sistema agroindustrial do leite a partir da década de 90 (Jank et al., 1999), têm estimulado o uso de pastagens manejadas intensivamente para a produção de leite (Santos & Juchem, 2001). Elevadas produções de leite por área, menores investimentos em instalações e menores custos de produção, têm sido fatores determinantes na opção pela intensificação de sistemas em pastagens em relação aos sistemas de confinamento total (Camargo, 1996).

O primeiro passo para intensificar os processos de produção é adequar a utilização da planta forrageira por meio de uma adubação racional, visando aumentar o potencial de produção de matéria seca (MS), e a aplicação de técnicas adequadas no manejo das pastagens procurando melhorar a sua eficiência de utilização. Dessa forma, pode-se garantir altas taxas de lotação, sendo este fator essencial para o sucesso da exploração leiteira em pastagens tropicais (Deresz et al., 1992).

De maneira isolada, somente as pastagens não atendem em quantidade e balanço de nutrientes as exigências das vacas em lactação de alto mérito genético, resultando na partição de reservas energéticas corporais para garantir a produção de leite, principalmente nos dias atuais onde se têm obtido grandes avanços com o melhoramento genético (Bargo, 2003). Desta forma, a utilização de suplementação com concentrado pode ser uma prática importante para aumentar a produtividade dos sistemas de produção de leite em pastagens tropicais manejadas intensivamente, com o objetivo de suprir as deficiências nutricionais de ordem qualitativa e quantitativa dos animais (Davison et al., 1990).

A proposta básica desses sistemas é explorar o potencial elevado de produção das gramíneas forrageiras tropicais, que permitem lotações entre 4 a 15 vacas por hectare durante o verão, dependendo da espécie utilizada, fertilidade do solo e disponibilidade hídrica. Com produções por vaca ano-1 entre 3.000 a 7.000 kg de leite, em função do potencial genético do rebanho e do manejo adotado, principalmente no que diz respeito à quantidade fornecida de concentrado e qualidade do volumoso suplementar de inverno. Este sistema tem como atrativo permitir elevada produção de leite por unidade de área a um custo inferior que o obtido no sistema de confinamento total (Camargo, 1996).

Os modelos aplicados pelo Departamento de Zootecnia da E. S. A. "Luiz de Queiroz" (Piracicaba, SP) e pela Embrapa tem se constituído em uma das alternativas para a intensificação dos sistemas de produção no Brasil e vêm sendo

adotado em escala crescente nas mais diversas regiões do país, com as devidas adaptações em função das condições ambientais, culturais, sociais e econômicas de cada região ou de cada produtor (Santos & Juchem, 2001; Camargo, 1996).

## 2. Características quantitativas e qualitativas das gramíneas forrageiras tropicais

No Brasil, aproximadamente 180 milhões de hectares ou 30% do território nacional são ocupados por pastagens (Tabela 3), sendo que a grande maioria é constituída por plantas forrageiras tropicais (Corsi, 1986). Dentre os gêneros de forrageiras tropicais utilizados, se destacam *Penisetum*, *Panicum*, *Brachiaria* e *Cynodon*, (Euclides, 1995), sendo capazes de responder a adubação, com aumentos significativos de produtividade, até 60 a 80 toneladas MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, (Corsi, 1986).

Tabela 3. Área do território nacional ocupada com pastagem plantadas e naturais

Região Geográfica	Pastagens naturais (ha)	Pastagens plantadas (ha)
Norte	9.623.763,267	14.762.858,245
Nordeste	19.976.700,497	12.099.639,355
Sudeste	17.324.514,038	20.452.535,021
Sul	13.679.844,458	7.016.704,894
Centro-Oeste	17.443.640,820	45.320.271,100
TOTAL	78.048.463,080	99.652.088,615

Fonte: IBGE - Censo (1996)

As forrageiras tropicais, apesar de altamente produtivas, concentram aproximadamente 80% de sua produção na estação chuvosa e quente, sendo marcante a queda de produção na estação seca do ano. Sendo assim, a utilização intensiva deve ser efetuada durante a estação das águas, ou seja, aproximadamente 200 dias, enquanto que para o restante do ano, o produtor deve buscar alternativas para suprir a falta de forragem (Santos & Juchem, 2001). O grande potencial de produção de forragem durante a estação chuvosa permite explorar sistemas intensificados com altas taxas de lotação animal, da ordem de 6 a 15 unidades animais ha<sup>-1</sup> durante 180 a 200 dias por ano, possibilitando produções de leite superiores a 10.000 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> (Corsi, 1986; Camargo, 1996).

A taxa de lotação da pastagem é uma característica importante, uma vez que depende, dentre outros fatores, da produtividade da forrageira. Os trabalhos que avaliaram especificamente a taxa de lotação como variável resposta, indicaram que esta é afetada principalmente pelos seguintes fatores: fertilidade do solo, precipitação, adubação (principalmente nitrogenada) e utilização de suplementação com concentrado (Deresz et al., 1998).

Os dados de pesquisa revisados (Tabela 4), reportam uma variação na taxa de lotação das pastagens de 1 a 9 UA (unidade animal = 450 kg de peso vivo) por hectare. Nos trabalhos sem suplementação com concentrado, a taxa de lotação média foi de 3,20 UA ha<sup>-1</sup>, enquanto que com a utilização de concentrado a taxa de lotação média foi de 4,80 UA ha<sup>-1</sup> (Tabela 4). Este efeito se deve a diminuição no consumo de MS de forragem promovida pelo fornecimento do concentrado,

possibilitando que a massa de forragem pré pastejo seja utilizada por um número maior de animais. Os dados da Tabela 4 mostram que dentro de uma mesma espécie forrageira, pode ocorrer grande variação na sua capacidade de suporte. A simples mudança de espécie forrageira, sem que sejam implementadas práticas adequadas de manejo, não promoverá sensíveis melhorias na taxa de lotação das pastagens tropicais. As principais ferramentas a serem adotadas para a obtenção de elevadas taxas de lotações são a utilização de fertilizantes, manejo adequado e utilização de irrigação (Pereira, 1966).

Tabela 4. Taxa de lotação das pastagens tropicais, com e sem a utilização de suplementação com concentrado

Espécie Forrageira	Taxa de lotação (UA ha <sup>-1</sup> )	Fonte
Sem suplementação		
	5,0	Azeiteira et al. 2000
	4,78	Veloso e Freitas, 1971
<i>Penisetum purpureum</i>	4,5	Deresz 2001; Deresz 2001b
	3,82	Lucif. 1972
	4,78	Veloso e Freitas, 1971
<i>Brachiaria mutica</i>	1,6 a 2,0	Alvim et al. 1992
<i>Brachiaria dichyoneura</i>	1,0	Lasciano & Avila, 1991
<i>Panicum maximum</i>	2,1	Lima et al. 2001
<i>Panicum maximum</i> e <i>Setaria sphacelata</i>	1,18	Mclachlan et al., 1991
<i>Chloris guayana</i>	3,3	Lucif et al. 1982
<i>Chloris guayana</i> e <i>Glycine wightii</i>	3,3	Lucif et al. 1982
<i>Andropogon gayanus</i>	1,0	Lasciano & Avila, 1991
<i>Setaria sphacelata</i>	2,7 a 3,2	Alvim et al. 1992
<i>Brachiaria decumbens</i> e <i>Panicum maximum</i>	3,3	Lucif et al., 1982
<i>Cynodon nemfuensis</i>	2,7	Gonzales et al. 1990
TAXA DE LOTAÇÃO MÉDIA	3,21	
Com suplementação		
	1,83	Van der grinten et al., 1992
	4,0 a 5,0	Coser et al. 1990; Fonseca et al. 2001; Azeiteira et al., 2001; Cruz Filho, 1996; Olivo et al. 1992; Deresz, 2001; Lucif, 1989; Veloso e Freitas, 1971
<i>Penisetum purpureum</i>	4 a 9	Soares et al. 1999; Stradiotti, 1995
	3,85 a 4,35	Coser 2001
	7,0 a 8,35	Heimerdinger et al. 199; Balsalobre, 1995
<i>Penisetum purpureum</i> e <i>Brachiaria mutica</i>	1,67	Roche, 1967
<i>Penisetum clandestinum</i>	2,5 a 5,0	Davison et al. 1987
<i>Penisetum americanum</i>	1,83	Van Der Grinten et al., 1992
	5,8	Vilela, 1993
	4,8	Vilela et al., 2003
<i>Cynodon dactylon</i>	3,0 a 7,0	Alvim et al. 1999
	6,1 a 7,2	Vilela et al.
	5,8 a 6,4	Alvim et al., 1997
	7,0	Vilela et al., 1996
<i>C. nemfuensis</i> var. <i>G. australis</i> + <i>A. annulatus</i>	4,0	Delgado & Rendou, 1998
<i>Setaria arvensis</i>	1,1	Olivo et al. 1992
<i>P. maximum</i> (Tanzânia)	2,1	Lima et al. 2001
<i>P. maximum</i> cv. Tobiad	8,84	Talavera et al., 1999
<i>P. maximum</i> e <i>Setaria sphacelata</i>	1,18	Mclachlan et al., 1991
<i>Melinis minutiflora</i>	1,0	Vilela et al. 1980
<i>Brachiaria decumbens</i>	6,0	Wending, 1997
<i>Brachiaria mutica</i>	3,0 a 4,78	Lucif, 1989; Veloso e Freitas, 1971
TAXA DE LOTAÇÃO MÉDIA	4,79	

O valor alimentar ou qualidade de uma planta tropical pode ser considerado como o produto do valor nutritivo (composição química, digestibilidade), consumo da forragem pelos animais e a eficiência com as quais os nutrientes consumidos são utilizados para a obtenção do produto final (Hodgson, 1990).

De acordo com Mott & Moore (1985) a melhor expressão da diferença de qualidade entre duas espécies forrageiras é a diferença entre os desempenhos produtivos dos animais que as pastejam, desde que a quantidade não seja fator limitante para o consumo voluntário e o potencial genético dos animais não interfira na expressão do desempenho.

Pastagens de clima temperado quando bem manejadas, apresentam altos valores energéticos, proteína bruta (PB) entre 20 a 25% e Fibra em Detergente Neuto (FDN) entre 40 a 50% (Muller & Falles, 1998; Hongerholt & Muller, 1998; Holden et al., 1994; Kolver & Muller, 1998; Hoffman & Muller, 1993); indicativos de uma forragem de alta qualidade. Em contrapartida, plantas tropicais apresentam teores de PB entre 8 a 14% e 60 a 75% de FDN (Cowan & Lowe, 1998; NRC, 1989). Devido sua alta taxa de crescimento, as plantas forrageiras tropicais perdem seu valor nutritivo rapidamente, pois a medida que a idade fisiológica avança ocorre a lignificação da parede celular, reduzindo a proporção do conteúdo celular (Balsalobre, 2002).

Os resultados observados em adequadas condições de manejo, não permitem a classificação da gramínea forrageira tropical como uma planta de baixo valor nutritivo, indicando que as limitações para o desempenho animal possam estar relacionadas com os aspectos estruturais ou com o consumo da planta forrageira tropical. (Cowan & Lowe, 1998; Reeves et al., 1996).

Adubação, frequência de pastejo e resíduo pós pastejo, são alguns dos fatores de manejo que quando conduzidos de forma inadequada, concorrem para um baixo valor nutritivo da forragem tropical (Corsi & Martho Jr, 1997) e podem em parte explicar o conceito generalizado de que a planta tropical é de baixa qualidade. Entretanto, em condições de manejo adequado, verificou-se teores de PB da ordem de 13 a 20% e FDN de 53 a 65% em trabalhos experimentais (Alvim et al. 1997; Cowan & Lowe, 1998; Davison et al, 1990; Reeves et al, 1996; Vilela et al, 1996) e em amostras feitas em propriedades comerciais (Santos & Juchem, 2001).

A Tabela 5 apresenta a concentrações de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de algumas gramíneas forrageiras tropicais manejadas intensivamente, com lotações entre 6 e 10 vacas ha-1. As amostras foram colhidas através de pastejo simulado (DAP Parmalat).

Tabela 5. Concentrações de proteína bruta (PB) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) na MS de espécies forrageiras de clima tropical.

Local	Gramínea	Idade	PB		NDT
			% MS		
MG	Tifton-85	21	18,9		63,9
MG	Tabgola	25	17,9		62,4
MG	Setária	22	17,5		60,3
SP	Tanzânia	30	18,2		61,2
RS	Tifton-68	21	14,3		64,9
RS	Capim Elefante	35	14,7		64,0

Fonte: Santos & Juchem, 2001.

### 3. Consumo de MS de forragem em pastagens tropicais

Vacas em lactação mantidas em confinamento apresentam maior consumo de MS quando comparadas com vacas em lactação mantidas em pastagens, sendo que em pastagens de clima temperado, o consumo de MS é maior que em pastagens tropicais. Este menor consumo de forragens pode ser justificado por fatores físicos, menor taxa de renovação de alimentos no rúmen e pelo maior consumo de água associado ao consumo de forragens (Soares, 2002).

O consumo voluntário de MS por animais em pastejo é influenciado por fatores ligados ao animal (idade, peso, estado fisiológico), a pastagem (massa de forragem, valor nutritivo e estrutura da planta) e fatores relacionados ao manejo da pastagem (pressão de pastejo e oferta de forragem) (Da Silva e Pedreira, 1996; Wendling, 1997). As características do relvado como altura, relação folha-caule e densidade volumétrica também constituem importantes fatores no CMS (Stobbs, 1973 e 1975; Laca et al., 1992). Segundo Allden & Wittaker (1970), o consumo de pasto, definido pela fórmula: consumo = tamanho do bocado x bocados/minuto x tempo de pastejo, é afetado pela disponibilidade e altura do pasto.

O aumento na oferta de forragem (OF), propicia aumento no consumo pelos animais e evidencia uma característica muito importante, que é a capacidade do animal em selecionar um material de melhor qualidade em relação à média da pastagem (Wendling, 1997). A estrutura da planta por sua vez, devido à altura, densidade e relação folha/colmo afeta a apreensão pelo animal, determinando o grau de consumo da planta forrageira (Carvalho et al., 2001). O controle do CMS em ruminantes pode ser realizado por mecanismos fisiológicos envolvendo os processos metabólicos, e mecanismos físicos que envolvem a distensão do trato gastrointestinal (Wendling, 1997).

O CMS variou de 11,3 a 21 kg MS vaca-1dia-1 para ofertas variando de 25 a 65 kg MS vaca-1dia-1 (Bargo et al., 2002a; Delaby et al., 2001; Stockdale, 2000a; Peyraud et al., 1996; Dalley et al. 2001; Wales et al., 2001) para vacas produzindo entre 23 a 45,8 kg leite vaca-1dia-1 (19 a 182 dias de lactação). Os estudos revisados indicam que o máximo CMS é observado quando a oferta de forragem está entre 3 a 5 vezes o CMS. Entretanto, devido a ocorrência de baixa utilização das pastagens quando a oferta de forragem é alta, a recomendação é de 2 vezes o CMS esperado ou 25 kg MS vaca-1dia-1 para animais mantidos em pastagens temperadas, recebendo concentrado (Bargo et al., 2002a). Segundo Hodgson (1990) uma disponibilidade de MS de forragem de 10 - 12% do peso vivo (PV) do animal permitiria o máximo desempenho individual sendo que, quantidade de forragem disponível inferior a 2 ton MS ha-1 leva a diminuição no CMS, principalmente devido à redução do tamanho de bocados, acarretando um aumento no tempo de pastejo.

Em pastagens tropicais, Stradiotti Jr. (1995) não constatou diferenças no CMS quando ofertou 3, 5 e 7 kg MS para cada 100 kg de PV. Oferta de forragem correspondentes de 3 a 6, 6 a 9 e 9 a 10 kg de MS por 100 kg de PV, foram aplicadas à forragem de capim elefante anão (*P. purpureum* cv MOTT) com vacas mestiças holandesa/zebu por Silva et al. (1994), não sendo observadas diferenças no CMS. Segundo os mesmos autores, as diferenças de estrutura de dossel, composição morfológica, eficiência de pastejo e valor nutritivo não permitiram um

aumento de CMS de forragem com concomitante aumento de oferta de forragem no intervalo estudado.

A dificuldade de se determinar de forma precisa o consumo de animais em pastejo tem limitado o avanço nesta área de pesquisa. Além disto, é fundamental que avaliações de consumo, relacionando aspectos químico-bromatológicos e estruturais da planta tropical sejam efetuadas para as diversas gramíneas utilizadas em nosso meio. Trata-se de uma ferramenta importante para caracterização do alimento e da resposta animal, pois fornece subsídios para uma eficiente suplementação da pastagem utilizada (Soares et al., 1999).

Os dados de consumo de vacas em lactação mantidas exclusivamente em pastagem tropicais são apresentados na Tabela 6. O consumo médio de MS de forragem de vacas em lactação mantidas exclusivamente em pastagens tropicais foi de 10,95 kg vaca<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (6,3 a 14,8 kg de MS vaca<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) (Cardoso, 1977; Muinga et al., 1995; Vilela et al., 1980; Lima et al., 2001) ou 2,37% do PV (2,00 a 2,86% do PV) (Lima et al., 2001; Embrapa CNPGL, 1996; Aroeira et al., 2000; Muinga et al., 1993).

Tabela 6. Consumo de MS de vacas em lactação mantidas em pastagens

Pastagem	Consumo de pastagem		Fonte
	Kg de MS vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	% do Peso vivo	
<i>Melinis minutiflora</i>	13,1	-	Cardoso, 1977
<i>P. purpureum</i> var. Napier	6,3	-	Muinga et al. 1995
<i>Melinis minutiflora</i>	14,8	-	Vilela et al., 1980
<i>P. maximum</i> var. Tanzânia <sup>1</sup>	11,01	2,37	Lima et al., 2001
<i>P. maximum</i> var. Tanzânia <sup>2</sup>	9,55	2,34	Lima et al., 2001
<i>P. purpureum</i>	-	2,30	CNPGL, 1996
<i>P. purpureum</i>	-	2,86	Aroeira et al. 2000
<i>P. purpureum</i> <sup>3</sup>	-	2,00	Muinga et al., 1993

<sup>1</sup> Vacas mestiças (Gir xz Holandês)

<sup>2</sup> Vacas da raça Gir leiteiro.

<sup>3</sup> Capim-elefante picado e fornecido no cocho.

### 3.1. Fatores que afetam o consumo de gramíneas forrageiras tropicais

Em sistemas de produção de leite em que a dieta se baseia em volumosos, o consumo voluntário é o principal limitante da produção, regulando a ingestão adequada de nutrientes que serão utilizados nos processos metabólicos dos animais (Ospina & Prates, 1998), fato este agravado com a utilização de vacas de alta produção (Leaver, 1985; McGilloway e Mayne, 1996; Kolver e Muller, 1998).

Hodgson & Brookes (1999) descreveram três fatores afetando a CMS de vacas em pastagem: 1) requerimento de nutrientes pela vaca; 2) fatores associados com a distensão do trato gastrointestinal; e 3) interação pastagem-animal afetando o comportamento de pastejo. Mayne & Wright (1988) estimaram que sem restrição de qualidade e de quantidade, o CMS de pasto por vacas de alta produção chegaria a 3,5% do PV. Beever & Thorp (1997) propuseram que o CMS total é superior quando os animais são suplementados com concentrado.

Embora os produtos finais da fermentação, como os AGVs, possam servir como sinais de cessação do consumo (Sheperd & Combs, 1998), as forrageiras tropicais, apresentam concentrações em FDN relativamente altas, podendo limitar o consumo por distensão do trato gastrointestinal, antes que as demandas de energia estejam satisfeitas. A fração FDN afeta o consumo contribuindo para o enchimento físico do rúmen que, por sua vez, é influenciado pelas taxas de digestão e de passagem de FDN pelo trato gastrointestinal (Forbes, 1995; Jung & Allen, 1995; Allen, 1996).

O controle físico do consumo é mais pronunciado nos trópicos, onde os ruminantes são alimentados com forragens de digestibilidade muitas vezes menores que 60% (Madsen et al., 1997). Borges (1999) constatou que o aumento da ruminação com aumento do consumo de parede celular pode competir com o tempo disponível para a alimentação e que, o tamanho de partícula durante a ruminação pode ser tão importante na determinação do consumo quanto o volume ocupado pelo alimento no rúmen.

Nestas condições, o fornecimento de suplemento concentrado tem efeitos indiretos no enchimento físico ruminal. Segundo Rearte & Pieroni (2001), esses efeitos podem modificar a quantidade de resíduos indigestíveis que estão presentes no retículo-rúmen, por meio da taxa de digestão microbiana dos componentes fibrosos ou influenciar a taxa de remoção dos resíduos indigestíveis do rúmen.

A estrutura do relvado exerce efeito direto sobre o consumo, uma vez que afeta a facilidade de colheita de forragens pelo animal. Assim, características do relvado como altura, densidade de folhas, relação folha/caule, proporção de material morto, etc., interferem no consumo por alterar o tamanho do bocado, a taxa de bocado e o tempo de pastejo (Stobbs, 1975; Chacón et al., 1976; Laca et al., 1992).

A seletividade exercida pelo animal é o principal fator que influencia no tamanho do bocado (Forbes, 1988; Pereira, 1991). O consumo mínimo de pastagens é estimado em torno de 2,0% do peso vivo, devido à seleção, mas poderá ser reduzido se houver restrição física e/ou a qualidade da forragem for baixa (Nussio et al., 1998).

Em condições de sub pastejo tem-se uma máxima produção de leite por animal, entretanto a produção por área é menor, devido à sub-utilização da área. Por outro lado, o super pastejo leva a uma situação inversa, pois há uma menor disponibilidade de forragem por animal, ocorre uma menor seleção do relvado, um menor consumo e conseqüentemente uma menor produção por animal (Blaser et al, 1986).

Aspectos morfológicos e anatômicos influenciam o consumo, uma vez que a pastagem consumida contém proporções diferenciadas em folha, caule e tecido senescente em comparação às existentes na planta (Hodgson, 1990).

#### 4. Potencial de produção de leite de vacas mantidas exclusivamente em pastagens

O pastejo é o método mais barato de se fornecer alimento volumoso aos ruminantes, diminuindo os custos de produção, sendo decisivo para a viabilidade econômica da atividade pecuária (Lima, 2000). As vantagens da produção de leite em sistemas que fazem o uso de pastagens tropicais, não advém apenas do menor custo de produção, mas também do menor manejo aplicado aos animais, mão-de-obra, equipamentos e redução na ocorrência de desordens metabólicas (Santos, 2001). Entretanto, o uso inadequado das pastagens, com um conceito extrativista, tem gerado baixos índices de produtividade. Somente com a introdução de técnicas adequadas de manejo é possível desenvolver sistemas em que as pastagens tropicais passem a ter o comportamento de planta perene e produção permanente (Da Silva & Pedreira, 1996).

Segundo Muller & Falles (1998), o potencial de produção de leite de vacas pastejando exclusivamente gramíneas temperadas é de 25 a 30 kg leite vaca-1 dia-1, enquanto que em pastagens tropicais os resultados obtidos têm sido bem mais modestos, situando-se entre 8 a 15 kg leite vaca-1 dia -1, sem a utilização de concentrado (Ehrlich et al, 1993, Mclachalan et al., 1994, Reeves et al., 1996).

A utilização de modelo de simulação de produção de leite para sistemas baseados em forrageiras tropicais foi avaliado por Assis et al. (2001) que observaram produção de leite da ordem de 7 a 10 Kg leite vaca-1 dia-1 em pastagens de capim elefante sem a utilização de concentrado.

Os sistemas de produção baseados em sistemas intensivos de pastagem apresentam inúmeros desafios e, dentre tantos, um dos principais é o aprimoramento de técnicas de manejo de pastagem e de conforto animal, visando maximizar o consumo de forragem de alta qualidade, uma vez que a obtenção de lotações elevadas já é uma realidade em diversos sistemas implantados no Brasil (Santos, 2001).

Tabela 7. Produção e composição de leite de vacas mantidas em pastagens

Vaca	Prod. Leite (kg dia <sup>-1</sup> )	Pastagem	Gord (%)	Prot (%)	Sólidos totais (%)	Fonte
	10,6	<i>Pennisetum purpureum</i>				Aroeira et al, 2000
	11,2*					Derezi, 2001
1-200	10,6*	<i>Pennisetum purpureum</i>	3,76	3,33	12,33	
	10,3*		3,71	3,11	12,27	
	10,3*		3,85	3,21	12,58	
	10,3*	<i>Pennisetum purpureum</i>				
	9,3*					Derezi, 2001b
	9,2*					
140	10,7	<i>Pennisetum purpureum</i>				
137	10,6					Lima, 2002
149	10,8					
133	10,1	<i>Panicum maximum</i>				
	9,1*	<i>Melinis minutiflora</i>	3,0			Carvalho, 1977
180	6,51	<i>Panicum maximum</i>				Lima et al, 2001
	8,90	<i>Chloris guayana</i>				
	9,60	<i>Chloris guayana</i>				
30-120	7,20	<i>C. guayana + Glycine wightii</i>				Lucci et al, 1982
	7,80	<i>C. guayana + Glycine wightii</i>				
	10,4	<i>Panicum maximum e Setaria sphacelata</i>	5,91	2,98	11,33	Mclachalan et al, 1991
130						
	8,1	<i>Brachiaria distachneoides e</i>	5,70	3,30	12,40	Carvalho & Avila, 1991
	7,8	<i>Andropogon gayanus</i>	4,30	3,50	13,00	
	9,0*	<i>Setaria sphacelata</i>				Alvim et al, 1995
	10,4*					
70	7,2	<i>Brachiaria decumbens</i>	5,40	3,00	12,00	Melojão & Lasciano, Lucci et al, 1982
	9,9*	<i>Brachiaria decumbens e Panicum maximum</i>				
	9,0*					
	10,5	<i>Pennisetum purpureum</i>	5,73			Caro-Costa & Viçoso-Chandler 1974
	13,7	<i>Panicum maximum</i>	3,93			
	9,7	<i>Digitaria decumbens</i>	4,25			
	8,1					
	8,1	<i>Chloris guayana</i>				Lucci et al, 1983
	8,5					
	7,6					
	3,7	<i>Pennisetum purpureum</i>				Melojão et al, 1993
	5,00	<i>Brachiaria decumbens</i>				Vera et al, 1995
	13,0	<i>Pennisetum purpureum</i>				Pinto et al
	7,2					Alvim et al, 1992
	9,1	<i>Brachiaria multica</i>				
	9,7					
30	10,45	<i>Pennisetum purpureum</i>	3,9			Veloso & Freitas, 1991
30	7,67	<i>Brachiaria multica</i>	3,2			
	9,9	<i>Digitaria decumbens</i>				Aronovich, citado por Veloso & Freitas, 1962
32	9,3					
	7,8	<i>Pennisetum purpureum</i>				Lucci, 1972
32	10,0					
0-230	12,8					Mclachalan et al, 1994

\* Produção de leite corrigida para 4% gordura; DL = Dias em Lactação;

A tabela 7 apresenta resultados de trabalhos que avaliaram a produção e composição do leite em sistemas de produção baseados exclusivamente em gramíneas forrageiras tropicais. O valor de produção de leite médio obtido foi de 9,10 kg de leite dia-1, com uma variação de 5,0 a 13,7 kg de leite dia-1. O consumo de MS por sua vez, apresentou um valor médio de 10,95 kg de MS vaca-1 dia-1, com uma variação de 6,30 a 14,8 kg de MS vaca-1 dia-1. Os teores médios de gordura, proteína e sólidos totais foram 3,9, 3,2 e 12,38, respectivamente.

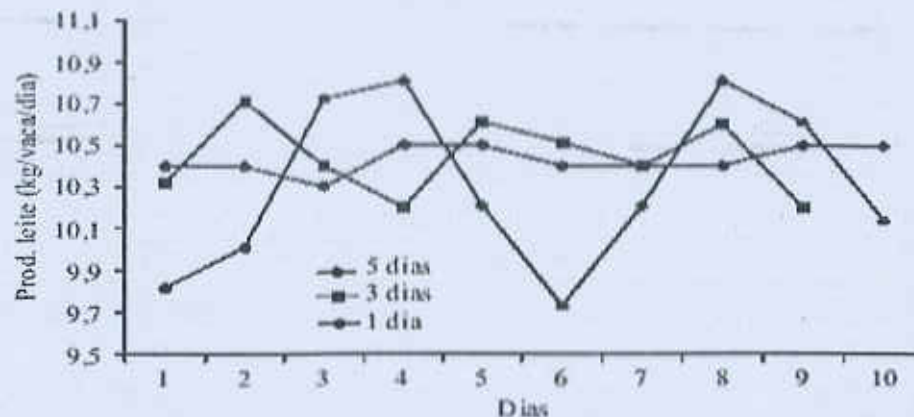
A conversão alimentar média obtida foi de 1,20 kg de MS para cada Kg de leite produzido, enquanto que a eficiência alimentar foi de 0,83 kg de leite por kg de MS consumido. A grande disparidade dos dados de consumo de MS e produção de leite é reflexo da grande variação dos manejos adotados nos trabalhos de pesquisa utilizados.

Na comparação entre espécies forrageiras tropicais sob pastejo, Caro-Costas & Vicente-Chandler (1974) relataram potencial de produção de leite 13,6, 10,5 e 9,7 kg de leite vaca-1 dia-1 para vacas mantidas em pastagens de *P. maximum* var. Guiné, *P. purpureum* e *B. mutica*, respectivamente. Tais diferenças também puderam ser observadas no trabalho de Velloso & Freitas (1971) e Lucci et al. (1972) quando se comparou pastagens de *P. purpureum* vs *B. mutica*. Entretanto, Olivo et al. (1992), Lima (2002) e Lascano & Ávila (1991) não relataram diferenças de produção de leite entre pastagens de *Setaria sphacelata* vs *P. purpureum*, *P. purpureum* vs *P. maximum* e *B. dictyonera* e *A. gayanus*, respectivamente; embora as diferenças em termos de massa de forragem, taxa de lotação e comportamento ingestivo pudessem ser evidenciadas nos trabalhos de Olivo et al. (1992) e Lima (2002).

Os dois principais sistemas de pastejo adotados são: lotação rotacionada e lotação contínua. No entanto, a superioridade deste ou aquele sistema é controversa. Lucci et al. (1983) comparando estes sistemas de pastejo não observaram diferenças significativas em produção de leite. Gomide (1993) afirmou ser o sistema de lotação rotacionada o mais indicado em se tratando de plantas forrageiras cespitosas, para o benefício da planta forrageira, bem como pela possibilidade de conduzir o pastejo por mais de um grupo de animais. Corsi et al. (2001) relatou um aumento de 50% na taxa de lotação (0,8 para 1,2 UA ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) devido à maior eficiência de pastejo quando se optou pela lotação rotacionada. O aumento expressivo de lotação em pastagens tropicais para valores entre 4 a 12 UA ha<sup>-1</sup>, só é possível com a adoção de pastejo rotacionado (Corsi, 1986).

Uma vez considerado a necessidade do sistema de lotação rotacionada, o período de ocupação e o período de descanso afetam decisivamente a exploração destas plantas sob pastejo (Blaser et al., 1986). O efeito do período de ocupação de 1, 3 e 5 dias foi avaliado por Cóser et al. (1999) e período de ocupação de 3, 5 e 7 dias por Fonseca et al. (2001). Em ambos os trabalhos, o número de dias de ocupação não influenciou a produção de leite, levando os autores a concluir que os maiores períodos de ocupação são recomendáveis pela diminuição no número de piquetes. Contudo, grandes flutuações ocorrem na produção de leite devido às variações na massa de forragem, oferta de folhas e valor nutritivo, por ocasião da utilização dos maiores períodos de ocupação (Figura 1). É importante frisar que nestes trabalhos a lotação das pastagens foi da ordem de 5 vacas ha<sup>-1</sup>. Em sistemas onde o objetivo são lotações entre 7 e 12 vacas ha<sup>-1</sup>, períodos de ocupação de 1 ou 2 dias têm sido adotados com sucesso.

Figura 1 - Variação diária na produção de leite de vacas em pastagem de capim elefante manejada com períodos de ocupação de 1, 3 e 5 dias, por 10 dias



Fonte: Cóser et al., (2001)

O período de descanso é muito importante, visto que interfere na qualidade da forrageira em termos de proteína bruta, digestibilidade *in vitro* e conteúdo energético. Seu efeito em pastagens tropicais utilizadas em sistema de lotação rotacionada foi avaliado em alguns trabalhos. Os períodos estudados foram de 30 e 37,5 dias (Aroeira et al., 2000), 30, 37,5 e 45 (Deresz & Matos, 1996), 30, 36 e 45 (Deresz, 2001), 30 e 45 (Deresz et al., 2001). Estes autores observaram maior produção de leite para o período de descanso de 30 dias, em função principalmente do maior CMS e melhor valor nutritivo da planta, sem causar decréscimo na taxa de lotação.

Deresz et al. (1998) resumiram os dados obtidos pela Embrapa com relação a taxas de lotação em pastagens de capim elefante. Observou-se que a produção média por hectare aumentou linearmente com relação a taxa de lotação, muito embora a produção média diária fosse menor na taxa de lotação de 7 vacas por hectare.

Em forrageiras de clima temperado, uma resposta curvilínea tem sido demonstrada entre a oferta de forragem, ingestão de forragem e produção de leite (Le Du et al., 1979; Leaver, 1985; Mayne e Peyraud, 1996). Alta oferta de forragem é requerida para sustentar altas ingestões e produções de leite por vaca. Entretanto, relativamente grande incremento na oferta de forragem tem geralmente resultado em menor efeito na produção individual.

Le Du et al (1979) observaram produção de leite de 12,5, 15,3 e 16,0 kg vaca-1dia-1 para disponibilidade de forragem de 2,5, 5,0 e 7,5 kg MS /100 kg de PV, concluindo que os piquetes com menor oferta de forragem, resultaram em menor produção de leite. Entretanto, a maior produção de leite por hectare foi obtida quando houve menor oferta de pasto. A oferta e o consumo de forragem mostraram relação curvilínea, ou seja, a curva de produção de leite em função da

oferta de forragem acompanhou a curva de consumo, concordando com os dados de Mott (1960) e Raymond (1964).

Em estudos conduzidos na Embrapa Gado de Leite durante duas estações consecutivas com pastagens de capim setária (*Setaria anceps* cv. Kazungula), adubadas anualmente com 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, com massa de forragem de 1.500 a 1.800 e 2.500 a 2.800 kg ha<sup>-1</sup>, não foram observadas diferenças entre as produções de leite (10,1 kg de leite vaca-1dia-1 e 5.068 kg ha<sup>-1</sup> por estação).

Stradiotti Jr. (1995), avaliou três OF (3, 5 e 7 Kg de MS/100 kg PV) em pastagens de capim elefante e observou que a produção de leite foi influenciada positivamente pela (OF), concluindo que OF abaixo de 3 kg de MS/100 kg PV são limitantes para vacas leiteiras. Silva et al. (1994) trabalharam com três níveis de OF (12 a 9, 9 a 6 e 6 a 3 Kg de MS/100 kg PV) e observaram que menores OF garantem uma maior produção por área, entretanto, a OF ótima observada pelos autores foi de 6 kg de MS/ 100 kg PV.

Como nos trópicos as gramíneas forrageiras tropicais acumulam grande quantidade de material senescido, se justifica a utilização de OF baseadas em matéria seca verde (MSV). Gomide et al. (2001) avaliaram duas OF (4 e 8 kg de MSV/100 kg PV) em pastagens *Brachiaria* e observaram que a OF não influenciou o CMS ou a produção de leite. Neste caso, menores OF podem promover maior produção por área.

A adubação é outra ferramenta de manejo capaz de promover benefícios em sistemas de exploração leiteira em pastagens tropicais, devido a elevação na produção de MS, aumentando a taxa de lotação das pastagens (Caro-Costas & Vicente-Chandler, 1964; Lucci et al., 1982 e 1983; Alvim et al., 1992 e 1993; Gomide, 1993; Davison et al., 1997).

Os efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção individual de leite das vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais são conflitantes. Os benefícios são em virtude do aumento dos teores de proteína bruta, proteína metabolizável, nitrogênio solúvel, balanço de nitrogênio e balanço de peptídeos (Juarez-Lagunes et al., 1999).

Em contrapartida, a adubação nitrogenada pode apresentar efeitos negativos sobre a produção individual das vacas em lactação, pois acelera o crescimento das plantas tropicais levando a um maior acúmulo da parede celular diminuindo a digestibilidade da planta forrageira e depreciando o CMS (Soares et al., 1999). Daí a necessidade de se adequar o período de descanso em função do ritmo de crescimento da planta.

A alta capacidade de suporte das forrageiras tropicais, quando manejadas intensivamente, proporciona altas produções de leite por hectare ao ano. Segundo Silva et al. (1996) é possível alcançar em pastagens tropicais produções superiores a 30.000 kg de leite ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, revelando assim, uma possibilidade de aumento expressivo das produções observadas em fazendas comerciais nas principais bacias leiteiras brasileiras. Bressan et al. (1999), com base nos índices de produtividade de fazendas nos estados de MG e BA, relataram produções de 8.000 a 13.000 e 21.000 a 27.000 kg de leite ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, para sistemas intensivos adubados, sem e com irrigação, respectivamente.

Derez & Mozzer (1990) relataram que o potencial de produção de leite por área em pastagens tropicais sem suplementação com concentrado pode atingir 15.000 Kg leite ha<sup>-1</sup> em 180 dias, sendo que produções de leite entre 3.300 a 11.700 Kg leite.ha<sup>-1</sup> em 180 dias foram observadas na literatura (Olivo et al., 1992; Cóser et al., 1999; Fonseca et al., 1998; Lima, 2002). O potencial estimado para o pasto de capim-elefante nos experimentos conduzidos na Embrapa Gado de Leite foi de 12 a 14 kg de leite vaca-1dia-1 sem concentrado, durante a estação chuvosa, com uma lotação de cinco vacas em lactação ha<sup>-1</sup>. Assim sendo, seria esperada uma produtividade de 10.800 a 12.600 kg de leite ha<sup>-1</sup>. Com o fornecimento de concentrado, a lotação seria aumentada, elevando o potencial na estação chuvosa (De Faria et al., 1998).

## 5. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação

### 5.1 Efeito de substituição da forragem pelo concentrado

Um efeito pronunciado e de curto prazo resultante do fornecimento do concentrado é o efeito de substituição do consumo de MS da pastagem pela MS do concentrado (figura 2), o qual por definição refere-se ao decréscimo de ingestão de forragem devido a suplementação em relação a quantidade de suplemento consumida (Minson, 1990; Boin et al. 1997).

A taxa de substituição (TS) observada em forrageiras temperadas foi de 0,40 kg MS de pastagem para cada kg MS de concentrado (0,02 a 0,71 kg MS de pastagem por kg MS de concentrado) (Bargo et al., 2003). Em pastagens tropicais, os dados obtidos nesta revisão demonstraram TS de 0,32, havendo entretanto grande variação, apresentando valores associativos quando da utilização de concentrado protéico (Vilela et al., 1980) até 25% de redução no CMS de pastagem (Lima et al. 2002).

O baixo potencial genético dos animais pode ser o fator decisivo nesta situação, uma vez que estes poderiam estar atendendo suas exigências nutricionais apenas com o consumo do alimento concentrado. Soares (2002) trabalhando com vacas confinadas recebendo capim-elefante verde picado e fornecido no cocho, relatou TS de 0,2 kg de forragem para cada 2 kg de concentrado fornecido. De modo geral, a TS é mais pronunciada em forrageiras temperadas devido seu maior valor nutritivo e pela utilização de animais de alto mérito genético para produção de leite (Bargo et al., 2003).



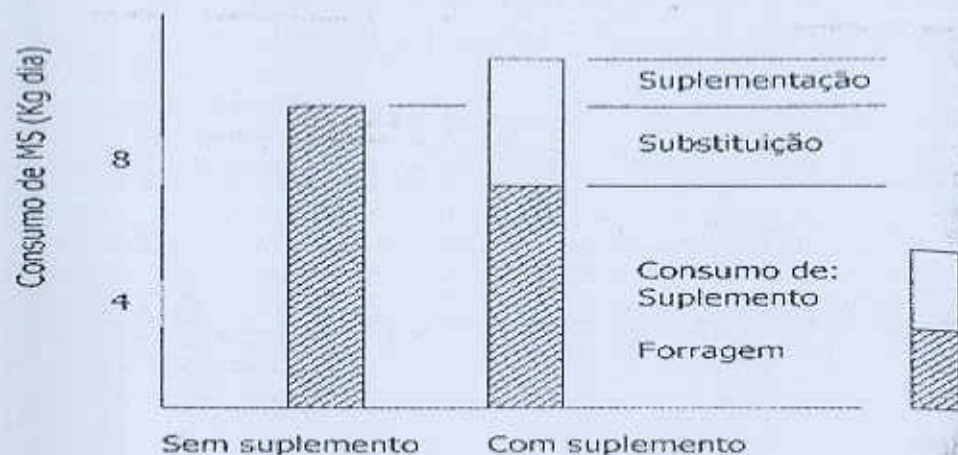


Figura 2 - Efeito da suplementação com concentrado sobre o consumo de MS de pastagem

Adaptado de Hodgson, 1990

Os efeitos da suplementação sobre o CMS são descritos como associativos, podendo ser classificados como substitutivos, aditivos ou combinados (Moore, 1980). Segundo o mesmo autor, no efeito substitutivo, o consumo de energia proveniente do concentrado se mantém constante, enquanto o da forragem decresce. Para o efeito aditivo ocorre o inverso, o consumo de concentrado aumenta e o de forragem se estabiliza. Por último, no efeito combinado, observa-se que o consumo de concentrado aumenta e o consumo de forragem diminui.

A taxa de substituição é variável em função da quantidade e composição do suplemento fornecido, bem como do valor nutritivo da forragem, sendo que as forragens de baixo valor nutritivo sofrem menor efeito de substituição em comparação a forragens de alto valor nutritivo (Minson, 1990). Quando são utilizadas forragens de baixa qualidade, a taxa de substituição dessa forragem, em relação ao concentrado protéico suplementar, é menor do que com forragens de melhor qualidade, causando uma substancial ineficiência de utilização do concentrado (Ráfia et al., 1995).

Minson (1990) e Paterson (1994) em sua revisão observaram valores de coeficientes de substituição de 0,25 a 1,67, com média de 0,69. Boin et al. (1997) relataram valores entre 1,0 e 0,65 para forragens de alto e baixo (50% de digestibilidade) valor nutritivo, respectivamente. Hillesheim (1987) encontrou taxa de substituição de 0,409 utilizando novilhas da raça holandesa pastejando capim-elfante em solos de alta fertilidade.

a produção de leite. De acordo com Deresz et al., (1994) a TS foi o principal motivo da baixa resposta a suplementação com concentrado, variando de 0,3 a 0,6 kg de leite para cada kg de concentrado fornecido em trabalhos de curta duração. Segundo Lucci (1997) uma maior taxa de substituição é obtida no estágio inicial da lactação comparativamente aos estágios mais avançados devido a um menor potencial de consumo de MS das vacas no início da lactação.

Para vacas em lactação mantidas em pastagens de clima temperado, a oferta de forragem tem sido apontada como um dos principais fatores influenciando a taxa de substituição, a qual aumenta com o aumento na oferta de forragem. As altas taxas de substituição observadas em pastagens com alta oferta de forragem podem ser parcialmente explicada pela alta qualidade da forragem consumida, devido à maior oportunidade em selecionar e colher uma forragem de melhor digestibilidade (Mayne & Wright, 1988).

A quantidade de concentrado fornecida não tem apresentado dados consistentes com relação a taxa de substituição, onde maiores quantidades de concentrado não tem afetado consistentemente a taxa de substituição (Peyraud & Delaby, 2001). Contudo, Kellaway e Porta (1993) sugerem que a TS aumenta com o aumento do concentrado.

Em pastagens tropicais, há poucos dados sobre o efeito de doses de concentrado e TS. Soares et al. (2001) forneceram para vacas holandesas capim Elefante picado no comedouro com 0, 2 e 4 kg de concentrado e observaram respostas lineares a suplementação com concentrado quanto a TS.

Em pastagens tropicais, devido a suas características qualitativas serem inferiores às de clima temperado, pode-se especular que pequenas quantidades de concentrado apresentariam efeitos aditivos sobre o consumo de MS de pastagem salvo para animais de baixo potencial genético.

Com relação ao tipo de suplemento, a suplementação com alimentos volumosos promove uma maior taxa de substituição comparativamente a alimentos concentrados devido a capacidade do trato gastrointestinal (Stockdale et al., 2000a).

Vilela et al. (1980) utilizando suplementação energética e protéica a base de milho desintegrado com palha e sabugo e farelo de soja, respectivamente observou que a suplementação energética promoveu maior taxa de substituição comparativamente a suplementação protéica em pastagem de capim gordura (*Melinis minutiflora*).

Têm sido sugeridas diversas causas para o efeito da taxa de substituição, sendo de ordem digestivas, metabólicas e comportamentais. As causas de ordem digestiva são caracterizadas pelo enchimento do trato gastrointestinal (suplementação utilizando alimentos volumosos) e efeitos sobre o ambiente ruminal com queda do pH promovendo acentuada redução na digestão da fração fibrosa (suplementação com concentrado); enquanto que os efeitos comportamentais são observados por menores tempos de pastejo, reduzindo assim o CMS (Mayne & Wright, 1988).

## 5.2. Comportamento ingestivo de vacas em lactação mantidas em pastagem

O tempo dispendido por animais em pastejo pode variar de 6 a 12 (Hodgson, 1990) ou de 4 a 14 horas por dia (Pires et al., 1997), sendo determinado pela quantidade e qualidade da forragem disponível, existência ou não de suplementação com concentrados e por variáveis climáticas. Rook (2000) observou que o tempo de pastejo e taxa de bocado são influenciados, ainda, pelo mérito genético e produção de leite das vacas.

Desta forma, três a cinco picos de pastejo são verificados no decorrer do dia, os mais intensos ocorrendo no início da manhã e no final da tarde (Cosgrove, 1997). Durante o verão, o período de pastejo diurno pode ser reduzido, sendo, pelo menos em parte, compensado pelo aumento nas horas de pastejo durante a noite, que nestas situações, podem representar 60% do tempo total de alimentação (Pires et al., 1997).

Dentre as variáveis do comportamento ingestivo, o tamanho de bocado é o de maior influência no CMS (Forbes, 1988; McGilloway & Mayne, 1996), sendo afetado pelas características anatômicas do animal (Rook, 2000), altura (Phillips, 1993; McGilloway et al., 1999), densidade (Hodgson & Brookes, 1999) e características do dossel da pastagem (Stobbs, 1973).

Vacas de maior mérito genético tem maior tempo de pastejo (218 vs. 204 min, medido visualmente por um período de 7 horas) e taxa de bocado (64 vs. 61 bocado/min) do que vacas de menor mérito genético suplementada com concentrado (Bao et al., 1992), quando mantidas em pastagem de azevém. Estes dados são corroborados pelos recentes trabalhos de Pulido & Leaver (2001) e Bargo et al. (2002b) que inclusive encontraram relação positiva ( $PL=14,1 + 0,0005 \cdot TB - r^2=0,74$ ) entre produção de leite e números de bocados por dia (vacas produzindo mais de 25 kg de leite/d e recebendo 8,7 kg de concentrado) (Bargo et al., 2002b).

Ao se aumentar a quantidade de concentrado, houve redução no tempo de pastejo em 11 a 20 min/kg de concentrado, mas a taxa de bocado nos trabalhos de Arriaga-Jordan & Holmes, (1986), Kibon & Holmes, (1987), Rook et al., (1994), Bargo et al., (2002a) e Gibb et al. (2002) não foram afetadas. A quantidade, mas não a fonte de energia (cereal vs polpa de beterraba), reduziu o tempo de pastejo de 8 a 12 min/kg de concentrado para vacas pastejando azevém em duas alturas distintas (Kibon & Holmes, 1987).

Sayers (1999) observou maior tempo de pastejo e número de bocados/d quando a suplementação era feita com concentrado a base de fibra, comparativamente a concentrado a base de amido, enquanto o tamanho de bocado não foi afetado. A Tabela 8 demonstra a influência da suplementação com concentrado no comportamento ingestivo de vacas lactantes.

Tabela 8. Influência dos suplementos energéticos no comportamento de pastejo de vacas em lactação.

Parâmetro	Quantidade de suplemento (kg MO/dia)		
	0	3	6
Consumo de forragem (kg MO/dia)	9,25	7,57	6,42
Total consumido (kg MO/dia)	9,25	10,20	11,70
Tempo de pastejo (horas)	7,70	7,20	6,60
Razão de bocados (bocados/minuto)	51,70	50,40	49,90
Total de bocados (milhares/dia)	24,00	22,00	19,90
Tamanho de bocados (g MO/bocado)	0,41	0,36	0,34
Produção de leite (kg/dia)	8,30	9,20	9,90
Ganho de peso (kg/dia)	0,21	0,23	0,27

Fonte: Combellas et al. (1979) citado por Minson (1990).

## 5.3. Efeito da Suplementação com Concentrado na Produção de Leite

Os sistemas de produção animal baseados apenas na utilização de pastagens não atendem a demanda de nutrientes para altas produções individuais (Muller & Fales, 1998). Neste sentido, suplementos concentrados podem ser utilizados para corrigirem as deficiências específicas de nutrientes dos animais em pastejo, sendo estas de ordem qualitativa e quantitativa (Santos & Juchem, 2001).

Quantidades diversas de concentrado têm sido estudadas para sistemas de produção de leite em pastagens tropicais, variando de 1 a 11 Kg de concentrado, com produções da ordem de 8,3 a 30,6 Kg leite vaca-1 dia-1 (Vilela et al., 1996; Alvim et al., 1997; Aroeira et al., 1999; Fonseca et al., 1998; Teixeira et al., 1999). A utilização correta de concentrado é um instrumento potente para aumentar a produtividade do sistema, devido ao impacto na produção individual da vaca e ao aumento na lotação da pastagem e conseqüente aumento na produção de leite por área. (Santos & Juchem, 2001).

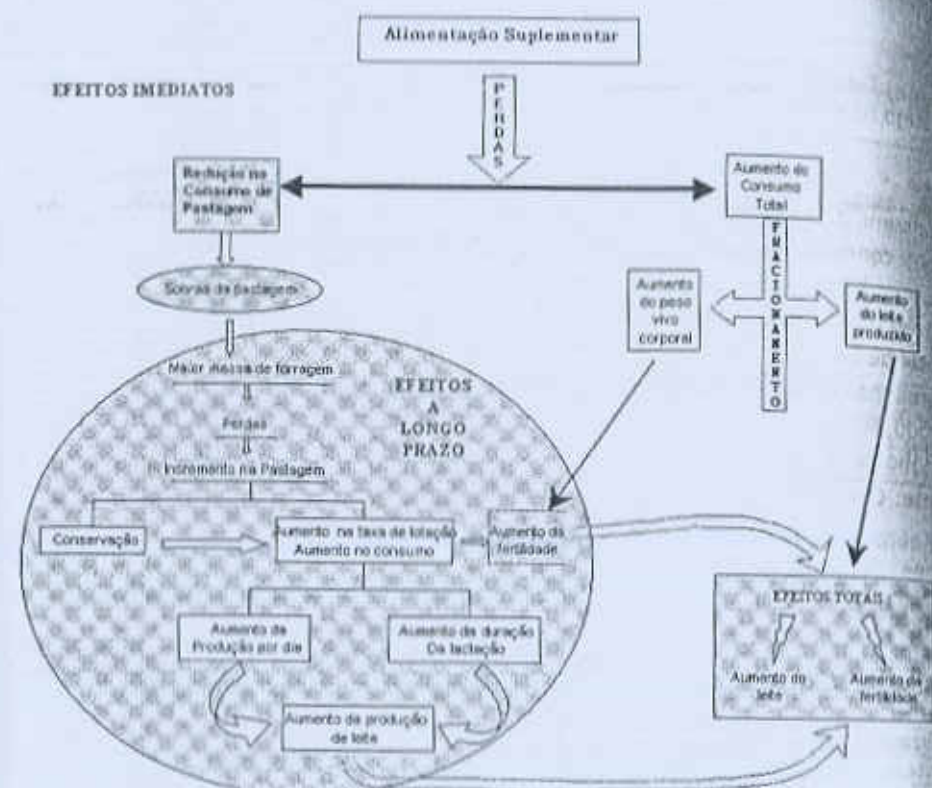


Figura 3. Efeitos a curto e longo prazo do fornecimento de suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. Fonte: Holmes & Mathews (2001).

De acordo com a figura 3, o fornecimento de concentrado promove efeitos a longo e curto prazo em sistemas de produção de leite baseado em plantas forrageiras tropicais. Os efeitos a curto prazo são: aumento no consumo de MS total, diminuição no consumo de MS de forragens (efeito de substituição), aumento na produção individual de leite e aumento no peso vivo. Em contrapartida, os efeitos a longo prazo são: aumento na taxa de lotação das pastagens, aumento na fertilidade, aumento no consumo de MS por área, aumento no tempo de duração da lactação e aumento na produção de leite por área. Em síntese, a curto e longo prazo promovem aumento na produção de leite individual e por área e aumento nos índices de fertilidade do rebanho (Holmes & Mathews, 2001).

A tabela 8 apresenta os dados de produção e composição de leite, CMS e taxa de lotação em pastagens tropicais, com suplementação concentrada. Estes dados mostram que a produção média de leite foi de 13,80 kg vaca-1dia-1 com o fornecimento de 3,45 kg de MS de concentrado ao dia, para um consumo de 9,83 kg de MS de forragens e consumo total de 13,28 kg de MS dia-1, revelando uma conversão alimentar de 0,96 kg de MS para cada kg de leite produzido e uma eficiência alimentar de 1,04 kg de leite vaca-1dia-1. Utilizando os valores

provenientes apenas dos trabalhos com produção de leite acima de 20 kg por vaca por dia os valores de conversão alimentar e eficiência alimentar foram 0,80 e 1,26, respectivamente.

Estes dados demonstram que a utilização de concentrado promoveu uma melhoria na conversão e na eficiência alimentar em torno de 15% e 20%, respectivamente. Para animais com potencial de produção de leite acima de 20 kg dia-1 esta melhoria foi ainda maior (conversão e eficiência alimentar de 33% e 52%, respectivamente) com relação aos trabalhos com produção de leite baseado em sistemas exclusivos de pastagens tropicais.

O efeito da suplementação de vacas em lactação com diferentes teores de concentrado sobre a produção de leite em pastagens tropicais foi avaliada por vários autores (Valle et al., 1987; Deresz et al., 1994; Alvim et al., 1996; Vilela et al., 1996, reportando respostas variando de 0,5 a 1,0 Kg de leite por Kg de concentrado fornecido.

Entretanto, utilizando para cálculo a diferença entre as médias observadas com e sem a utilização da suplementação com concentrado (Tabelas 7 e 9), e este valor dividido pela quantidade de concentrado fornecido, a resposta em produção de leite obtida foi de 1,36 kg de leite para cada kg de MS de concentrado fornecido, revelando uma alta resposta ao fornecimento de concentrado visto que a grande maioria destes trabalhos são de curta duração.

Santos & Juchem (2001) avaliaram trabalhos com o fornecimento de concentrado em pastagens tropicais e encontraram uma produção de 19,35 Kg dia-1 com a utilização de 4,7 Kg MS-1 de concentrado. Quando considerados os trabalhos com fracionamento do fornecimento de uma para duas ou três vezes a produção média observada foi de 21,6 Kg dia-1 com 5,6 Kg de MS de concentrado. As pastagens, de um modo geral, têm apresentado respostas lineares com relação a utilização de concentrado, onde segundo a simulação realizada por Assis et al. (2001) foram encontrados 13,23; 19,34 e 25,44 Kg leite vaca-1 dia-1 com a utilização de 2, 4 e 6 Kg de MS de concentrado.

Camargo (1996) demonstrou que o uso intensivo de pastos manejados em rotação (Pennisetum e Panicum) permitiu manter um rebanho estruturado de vacas Holandesas no verão com média de 21,5 kg de leite vaca-1dia-1 recebendo concentrado na proporção de 1 kg para cada 2,73 kg de leite. Fonseca et al. (1998) observaram 8,1 e 9,4 kg de leite dia-1 durante a estação chuvosa por vacas consumindo 1 kg de concentrado dia-1 e taxa de lotação de 4 animais ha-1.

O fator econômico da utilização da suplementação tem sido questionado e esta proposta tem sido fundamentada em trabalhos de curta duração onde as respostas em Kg de leite por Kg de concentrado foram da ordem de 0,3 a 0,8. Entretanto estes trabalhos não mensuram os possíveis efeitos positivos que a suplementação pode propiciar no desempenho produtivo e reprodutivo nas lactações seguintes e no escore de condição corporal (Santos & Juchem, 2001).

**Tabela 9. Efeito da quantidade de concentrado na ingestão de matéria seca, produção e composição de leite de vacas em pastagens.**

Idade	VL	Vaca	VL	Postagem	Conteúdo	Condição	Conc.	Total	Conc. (%)	Prod. (%)	ST (%)	Conc. (kg/d)	Taxa de lactação (LVA/ha)	Massa de forragem (t MS/ha)	Caracterização da postagem	Fonte	
-	10,9	-	-	Positivista	-	-	1,7 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	4,0	6,2	1,00	Coker et al. 1999	
-	10,8	-	-	proprietária cv. Superior	-	-	1,7 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	4,0	5,7	3,00	Coker et al. 1999	
-	16,6	-	-	C. distribuída var. Coast cross	FM e FS	11,6	2,0 <sup>2</sup>	14,2	3,7	-	-	0,014	7,0	2,4 - 5,8	Adaptação 100%	Vilade et al. 1996	
-	11,3	-	-	P. proprietária	MM e FS	7,7 <sup>2</sup>	2,0 <sup>2</sup>	9,7	-	-	-	-	5,0	1,9	30,00	Modenes et al. 2001	
-	11,2	-	-	P. proprietária cv. Napier	MM e FS	7,7 <sup>2</sup>	2,0 <sup>2</sup>	9,7	-	-	-	-	5,0	2,1	37,5, 00	Amorim et al. 2001	
-	12,6	-	-	P. proprietária cv. Napier	MM e FS e CP	7,7 <sup>2</sup>	2,0 <sup>2</sup>	9,7	-	-	-	-	5,0	2,6	45,00	Amorim et al. 2001	
30 - 40	17,3	-	-	C. distribuída var. Coast cross	FM, FT e FS	-	2,0 <sup>2</sup>	-	-	3,3	3,2	12,4	0,504	4,5	11,0 - 200 kg N/ha/ano	Exercito, 2001	
28 - 34	20,0	-	-	C. distribuída var. Coast cross	FM, FT e FS	-	5,2 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	5,9	6,7	25,00	Alvim et al. 1997	
84	16,20	-	-	Cynodora	MM e FS	-	4,0 <sup>2</sup>	-	2,18	3,12	10,50	0,349	-	4,3	28,00	Alvim et al. 1997	
28 - 34	15,35	-	-	adaptação var. grande caprã	MM e FS	-	4,0 <sup>2</sup>	-	2,89	2,79	10,98	0,438	-	4,3	28,00	Modenes et al. 2001	
14 - 180	17,3	-	-	Cynodora	MM e FS	-	7,44 <sup>2</sup>	3,18	2,94	-	-	0,508	4,0	-	54 kg N/ha	Deigozo A. Ramal, 1989	
-	11,3	-	-	P. proprietária	MM e FS	12,4	1,75	14,1	-	-	-	-	6,0	2,6	49,00	Wardling, 1997	
21 - 82	11,17	-	-	Cynodora	MM e FS	12,4	1,75	14,1	-	-	-	-	6,0	4,4	89,00	Wardling, 1997	
180	11,98	-	-	P. maximorum	MM e FS	8,26	2,59	10,85	-	-	-	-	2,1	7,3	Lactação racionalizada	Lima et al. 2001	
40 - 270	14,15	-	-	P. proprietária	18% FT	-	2,83 <sup>2</sup>	3,58	-	-	-	0,306	4,2	3,00	1,8	Oliva et al. 1992	
60 - 270	12,30	-	-	S. avergap	18% FT	-	2,82 <sup>2</sup>	3,74	-	-	-	0,452	1,1	2,30	1,8	Oliva et al. 1992	
-	13,20	-	-	P. maximorum	FM, FS e CP	8,67	2,0 <sup>2</sup>	10,67	-	-	-	-	-	-	-	12 - 9 % do PV	Silva et al. 1994
13 - 15,00	13,30	-	-	proprietária var. Aniba	FA	10,52	2,0 <sup>2</sup>	12,28	-	-	-	-	-	-	-	9 - 6% do PV	Silva et al. 1994
15,00	15,00	-	-	-	-	9,24	2,0 <sup>2</sup>	11,00	-	-	-	-	-	-	-	6 - 7% do PV	Silva et al. 1994

Tabela 9 (Continuação). Efeito da quantidade de concentrado no CMS, produção e composição de leite de vacas em pastagens.

Idade	VL	Vaca	VL	Postagem	Conteúdo	Condição	Conc.	Total	Conc. (%)	Prod. (%)	ST (%)	Conc. (kg/d)	Taxa de lactação (LVA/ha)	Massa de forragem (t MS/ha)	Caracterização da postagem	Fonte
1-90	21,30	-	-	FM, FS e CP	-	-	9,0 <sup>2</sup>	-	4,50	2,90	13,0	0,958	4,6	-	-	Vilade et al. 2002
1-90	18,40	-	-	FM, FS, sem CP	-	-	9,0 <sup>2</sup>	-	4,50	3,00	13,30	0,828	4,6	-	-	-
91 - 180	17,10	-	-	FM, FS, sem CP	-	-	6,0 <sup>2</sup>	-	4,20	3,00	12,90	0,718	4,6	-	-	-
91 - 15,20	15,20	-	-	FM, FS, sem CP	-	-	6,0 <sup>2</sup>	-	4,40	3,10	13,20	0,669	4,6	-	-	-
180 - 273	15,90	-	-	FM, FS, sem CP	-	-	3,0 <sup>2</sup>	-	4,10	3,10	12,90	0,652	4,6	-	-	-
181 - 273	14,70	-	-	FM, FS, sem CP	-	-	3,0 <sup>2</sup>	-	4,10	3,10	12,90	0,603	4,6	-	-	-
42-81	30,63	-	-	P. maximorum cv. Tonalá	-	-	10,86 <sup>2</sup>	-	3,96	3,02	11,56	0,443	1,18	7,05	Lactação racionalizada	Tencatos et al. 1999
11,2	12,9	-	-	Melão	-	-	2,7 <sup>2</sup>	-	3,88	3,10	11,61	0,500	1,18	7,05	Lactação racionalizada	Michalakis et al. 1991
150	12,9	-	-	MM, melão	-	-	5,1 <sup>2</sup>	-	3,88	3,10	11,61	0,500	1,18	7,05	Lactação racionalizada	Michalakis et al. 1991
-	14,32	-	-	Melão	6,38	5,55 <sup>2</sup>	11,93	-	-	-	-	-	1,83	1,66	-	Van Der Grinten et al. 1992
0-90	21,5	-	-	FM, FS e FT	12,5	5,5 <sup>2</sup>	18,0	-	-	-	-	-	3,0	4,3	Adaptação mensal de 280 kg N, lactação racionalizada com 1 dia de ocupação	Alvim et al. 1999
91 - 19,8	19,8	-	-	FT	11,8	5,5 <sup>2</sup>	17,3	-	-	-	-	-	4,7	4,9	-	-
180	14,2	-	-	Cynodora	13,4	5,5 <sup>2</sup>	18,9	-	-	-	-	-	7,2	5,9	-	-
270	25,5	-	-	distribuída	10,4	8,3 <sup>2</sup>	18,7	-	-	-	-	-	3,8	4,5	-	-
0-90	26,0	-	-	-	12,9	5,5 <sup>2</sup>	18,4	-	-	-	-	-	4,6	5,3	-	-
180	13,4	-	-	-	14,9	2,7 <sup>2</sup>	17,7	-	-	-	-	-	7,0	6,0	-	-

Tabela 9 (Continuação). Efeito da quantidade de concentrado no CMS, produção e composição de leite de vacas em pastagens.

DL	Vaca	PL	Pastagem	Tipo de Concentrado		CMS (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )		Gord (%)	Prot (%)	ST (%)	Gord (kg/d)	Taxa de lotação (UA/ha)	Massa de forragem (t MS/ha)	Caracterização da Fome
				Trado	Conc	Total	Total							
60	14.4	<i>Penicillium</i>		9.2	1.76	11.0	-	-	-	-	6	6.4	Baixa PP	Stradiotti, 1995
60	11.8	<i>purpureum</i> cv. Mott	FM e FS	9.5	1.76	11.3	-	-	-	-	6	5.3	Média PP	Davison et al. 1997**
60	13.2			9.4	1.76	11.2	-	-	-	-	6	3.3	Alta PP	
76	13.06	<i>Penicillium purpureum</i> cv. Napier	MM, FS e PCP	11.31	4.24	15.75	3.26	-	-	-	0.426	7.19	7.3% do PV	Balsalobre, 1996
4	16.50				2.6 <sup>1</sup>		3.39	3.00	-	-	-	2.5	Sem adubação	
4	13.0	<i>Penicillium clandestinum</i>	melado		2.6 <sup>1</sup>		3.62	3.04	-	-	-	3.75	Sem adubação	
3	8.80				2.6 <sup>1</sup>		3.79	3.02	-	-	-	3.75	150 kg N/ha	
3	7.80				2.6 <sup>1</sup>		3.58	3.02	-	-	-	5.0	150 kg N/ha	
3	9.30				2.6 <sup>1</sup>		3.46	2.98	-	-	-	5.0	300 kg N/ha	
-	12.9	<i>Melinis minutiflora</i>	FS	14.9	0.8 <sup>1</sup>	15.7	4.2	-	-	-	-	5.0	600 kg N/ha	
-	13.1		RM	12.1	2.3 <sup>2</sup>	14.4	4.0	-	-	-	0.542	1.5	Lotação rotacionada, 60 Kg N/ha	Vilela et al. 1980
-	11.9	<i>B. ruziziensis</i>	FS+RM	12.9	2.5 <sup>2</sup>	15.4	4.0	-	-	-	0.524	1.5	Lotação rotacionada, 60 Kg N/ha	
-	13.6	<i>B. ruziziensis</i> + <i>Leucaena leucocephala</i>	Farelo de Pupunha, FM e F. Arroz	4.75	4.08 <sup>2</sup>	8.13	4.1	3.26	12.56	0.488	-	-	Adubação nitrogenada 200 Kg N/ha	Tudazi et al. 2001
0-280	16.6	<i>Cynodon dactylon</i> var. Coast-cross			2.7							5.8		Vilela et al. 1993
-	11.6*	<i>Penicillium purpureum</i>	MM, FA e FT	8.9	1.67	10.57	-	-	-	-	-	4-6	300 kg N/ha	Soares et al. 1999
-	8.3			8.44	1.67	10.11	-	-	-	-	-	4-6	700 kg N/ha	
-	8.3	<i>Penicillium purpureum</i> var. Napier			0.9		-	-	-	-	-	4.0	3 DO	
-	8.6				0.9		-	-	-	-	-	4.0	5 DO	Fonseca et al. 2001
-	20.5	<i>Cynodon dactylon</i> var. Coast-cross	FM, FS e FT		5.4		-	-	-	-	-	4.0	7 DO	
-	17.4				2.7		-	-	-	-	-	6.4	300 kg N/ha/ano	Akram et al.

Tabela 9 (Continuação). Efeito da quantidade de concentrado no CMS, produção e composição de leite de vacas em pastagens.

DL	Vaca	PL	Pastagem	Tipo de Concentrado		CMS (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )		Gord (%)	Prot (%)	ST (%)	Gord (kg/d)	Taxa de lotação (UA/ha)	Massa de forragem (t MS/ha)	Caracterização da Fome
				Trado	Conc	Total	Total							
0-90	21.5				5.4 <sup>2</sup>		-	-	-	-	-	6.7		
91-	19.8				5.4 <sup>2</sup>		-	-	-	-	-	6.7		
181-	13.5	<i>Cynodon dactylon</i> var. Coast-cross	FM, FS e FT		5.4 <sup>2</sup>		-	-	-	-	-	6.7	Lotação rotativa com 1 dia de ocupação, 32 e 25 dias de descanso, 360 kg N/ha	Vilela et al.
270	0-90				8.1 <sup>2</sup>		-	-	-	-	-	7.3		
91-	20.6				5.4 <sup>2</sup>		-	-	-	-	-	7.3		
180							-	-	-	-	-			
181-	11.1				2.7 <sup>2</sup>		-	-	-	-	-	7.3		
166	11.0	<i>Brachiaria decumbens</i>		12.4	1.8 <sup>1</sup>	14.2	-	-	-	-	-	2.6	100 kg N/ha 4% do PV	Gomide et al. 2001
166	11.05				12.4	1.8 <sup>1</sup>	14.2	-	-	-	-	4.4	100 kg N/ha 8% do PV	
-	5.5	<i>P. purpureum</i>	Leucaena	5.9	2.0	7.9	-	-	-	-	-	-		Mounga et al. 1995
-	6.5	<i>P. purpureum</i> var. Napier	Leucaena + MM	5.7	3.0	8.7	-	-	-	-	-	-		
-	13.84	<i>P. purpureum</i> cv. Mendocino 86 México					-	-	-	-	-	8.26		
-	13.34	<i>P. purpureum</i> cv. Capatzen					-	-	-	-	-			
30	9.51	Napier	FA e MM		1.8		3.6	-	-	-	-	4.76	100 kg Hcimerdín N/ha/pastoreio 3 ger et al	
30	5.40	Fino	FA e MM		1.8		4.2	-	-	-	-	4.76		Veloso & Freitas, 1971
90	13.4	Napier	Milho		360 <sup>3</sup>		4.1	-	-	-	-	4.3		Luco, 1969
90	10.5	Fino	Milho				4.6	-	-	-	-	3.8		
-	13.8	Napier						-	-	-	-	5.0		Cruz Filho, 1996
42	20.5	<i>Cynodon dactylon</i> var. Coast-cross			3.0		3.6	-	-	-	-	5.8		Vilela, 1993

Tabela 9 (Continuação). Efeito da quantidade de concentrado no CMS, produção e composição de leite de vacas em pastagens.

DL	PL	Tipo de Pastagem	Conce- trado	CMS (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )		Gord (%)	Prot (%)	ST (%)	Gord (g/kg)	Táxia de locação (UAA/ha)	Taxa de formação (MS/ha)	Mantida de forragem	Caracterização da Forne- cimento da pastagem
				Passo	Total								
48,9	11,1	<i>P. purpureum</i>	-	2,16	-	-	-	-	3,85	-	-	-	50 kg N/ha, 100 e 20 DD; zolobão de 70 - 100 cm Coker 2001
48,9	10,9	<i>P. purpureum</i>	-	2,16	-	-	-	-	4,35	-	-	-	50 kg N/ha, 100 e 20 DD; zolobão de 70 - 100 cm
0-105	20,9	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	Camirgo, 1996
0-150	22,0	-	-	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-	Rovet et al 1996

DL = Dias em lactação; PL = Produção de leite (kg vaca<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>); FP = Farnha de Feixe; MM = milho moído; FS = Favela de Soja; FA = Favela de Algodão; FM = fubá de milho; FT = Favela de Trigo; RM = Rolo de Milho; GP = Gordura Proteída; PCP = Polpa Citrica Prolongada; DO = Dias de Ocupação; DD = Dias de Descanso; OF = Oferta de Forragem; PP = Prestão de Pasto; LR = Lotação Rotativa; LC = Lotação Contínua  
1. Fornecimento do concentrado uma única vez ao dia; 2. Fornecimento do concentrado fracionado em 2 vezes ao dia; 3. Fornecimento do concentrado 3 vezes por semana; 4. Consumo de pasto médio para os 3 tratamentos; 5. 360 g/kg de leite para produção acima de 6 kg de leite.  
6. 1 kg concentrado/2 kg de leite. \* Produção de leite corrigida para 4% de gordura. \*\* Produção de leite média em 3 anos (g/ha).

Tabela 10. Comparação entre produção e composição de leite de vacas mantidas em pastagens de clima tropical recebendo ou não suplementação com concentrado

Prod. de leite (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	CMS de forragem (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	CMS Concentrado (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	CMS total (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Gord (%)	Prot. (%)	S. Totais (%)	Gord. (kg dia <sup>-1</sup> )
Sem suplementação							
9,33	10,95	0,00	10,95	3,90	3,20	12,38	0,382
Com suplementação							
13,80	9,83	3,45	13,28	3,80	3,06	12,37	0,554
> 20,00 <sup>1</sup>	11,70	6,45	18,15	4,05	-	13,00	0,958

1- O valor médio dos trabalhos apresentando produção de leite superior a 20,00 kg de leite vaca<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> foi de 22,78 kg de leite vaca<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

Davison & Elliot (1993) revisaram a literatura australiana sobre suplementação de vacas em lactação mantidas em regime de pasto e constataram um aumento de 40% na produção de leite por ha em um período de quatro anos, evidenciando respostas de 1,1 a 1,6 Kg de leite por Kg de concentrado em propriedades comerciais.

As respostas da suplementação com concentrado em sistemas de produção de leite no Brasil têm sido prejudicados por diversos fatores, dentre eles, a tentativa de compensar via concentrado a falta de forragem tanto quantitativa quanto qualitativamente, o uso de vacas não especializadas para a produção de leite, com baixo potencial de resposta, e as mais diversas falhas no manejo dos animais. Não obstante, estas respostas são maiores em pastagens tropicais comparativamente à pastagens de clima temperado, devido principalmente ao menor valor nutritivo e menor efeito de substituição. A resposta de produção (kg de leite por kg de concentrado) é maior no início da lactação e para menores quantidades de concentrado fornecido (Santos & Juchem, 2001).

O fornecimento de concentrado aumentou o consumo de matéria seca em 21% (10,95 e 13,28 kg MS vaca<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), para um consumo médio de 3,45 kg MS de concentrado vaca<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, com uma redução média de 10% no CMS de forragem (10,95 e 9,83 kg vaca<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). Considerando apenas os trabalhos para os quais a produção de leite foi superior a 20 kg dia<sup>-1</sup>, o consumo total de MS aumentou em 66% (18,15 e 10,95 kg MS vaca<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), com um concomitante aumento no consumo de forragem de 6,80%.

Para a produção média total de 13,80 kg de leite vaca<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> houve uma participação de 26% de concentrado na dieta total. Enquanto que, nos experimentos com produções acima de 20 kg de leite vaca<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, esta proporção foi de 36%, estando de acordo com os dados de Cowan (1996), que para uma produção de 15 kg de leite vaca<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, o concentrado deve participar em 20% da composição da dieta.

#### 5.4. Efeito da suplementação com concentrado na composição do leite

A composição do leite é um parâmetro importante a ser avaliado uma vez que os consumidores estão cada vez mais exigentes com relação à qualidade dos produtos e que o pagamento por qualidade vem recentemente sendo implementado pela indústria nacional (Jobim & Santos, 2000).

As pastagens são teoricamente excelentes fontes para manter teores elevados de gordura no leite (Stockdale et al., 1990). Entretanto, baixos teores de gordura no leite de vacas mantidas em pastagens tropicais ou temperadas não são raro de encontrar na literatura. Por outro lado, o fornecimento de concentrado tem promovido aumento nos teores de proteína do leite em vacas mantidas em pastagens (Stockdale et al., 1990).

Em pastagens de clima temperado, a suplementação com concentrado reduziu o teor de gordura do leite em 6%, sendo observados valores de 4,04 e 3,80% para vacas mantidas em dieta exclusiva de pasto e suplementadas, respectivamente. Entretanto, o teor de proteína aumentou em 4%, sendo constatados valores de 3,06 e 3,19% para vacas sem e com suplementação, respectivamente (Bargo et al., 2003).

Os valores médios dos trabalhos que utilizaram suplementação que foram sumarizados neste trabalho (Tabela 9) estão resumidos na Tabela 10. A suplementação com concentrado reduziu a percentagem de gordura e proteína do leite em 2,6% (3,90 e 3,80%) e 4,4% (3,20 e 3,06%) em relação as dietas exclusivas de pastagens tropicais, respectivamente. Entretanto, o teor de sólidos totais permaneceu inalterado, observando-se valores de 12,38 e 12,37% com e sem suplementação, respectivamente.

A utilização de concentrados tem sido reportada como depreciativa para a produção de gordura no leite, onde o abaixamento do pH ruminal com a suplementação de concentrado dificulta a completa biohidrogenação dos ácidos graxos de cadeia longa no rúmen, resultando em aumento no fluxo de ácidos graxos de cadeia *trans* para o intestino, os quais inibem a síntese de gordura do leite pela glândula mamária (NRC, 2001).

Teores de gordura entre 3,7 a 3,9, proteína entre 2,99 a 3,21 e sólidos totais entre 12,20 a 12,6 são relatados em pastagens de capim elefante com e sem a utilização de concentrado, respectivamente (Deresz et al., 2001).

#### 5.5. Fermentação e degradação ruminal de vacas em pastejo.

De um modo geral, os valores de parâmetros ruminais, traduzidos em nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e proporção molar de ácidos graxos voláteis (AGV) para vacas em lactação mantidas em regime exclusivo de pastagem, são maiores comparativamente com vacas recebendo suplementação com concentrado. Entretanto, valores de pH ruminal observados são menores com a suplementação de concentrado (Holden et al., 1994).

Segundo Soares (2002) alterações no ambiente ruminal, principalmente nos valores de pH, podem causar diminuição na população microbiana ruminal,

diminuição na digestibilidade da fibra, queda no consumo e diminuição na produção de leite.

De acordo com Bargo (2003), os valores de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e concentração molar de ácidos graxos voláteis (AGV) para vacas mantidas em pastagens de clima temperado foram em média 6,27, 24,70 mg dL<sup>-3</sup> e 125,20 mmol L<sup>-1</sup>, respectivamente. Em contrapartida, os valores médios destes parâmetros com o fornecimento de 1 a 10 kg de MS de concentrado foram de 6,10, 18,70 mg dL<sup>-3</sup> e 120,90 mmol L<sup>-1</sup>. Estes dados demonstram que houve uma redução de 0,08 unidades no pH, 6,59 mg dL<sup>-1</sup> em nitrogênio amoniacal e 1,95 mmol L<sup>-1</sup> em concentração total de AGV.

A suplementação de 1 a 10 kg de MS de concentrados contendo fontes energéticas como o milho, fubá de milho, dextrose, milho+cevada ou amido, reduziu os valores de pH ruminal, quando em altas quantidades de concentrado consumido ou baixa quantidade de carboidratos não estruturais. Entretanto, a falta de consistência da quantidade de concentrado sobre os valores não permitem estabelecer uma relação simples para estes dois parâmetros (Bargo, 2003).

A redução do pH ruminal está associada com a alta concentração de AGV, sendo que a suplementação com concentrado reduziu a proporção molar de acetato e aumentou a proporção molar de propionato (Jones-Endsley et al., 1997).

A redução na concentração ruminal de NH<sub>3</sub>-N em 9 dos 10 estudos sumarizados com vacas mantidas em pastagens de clima temperadas, (Van Vuuren et al., 1986; Berzaghi et al., 1996; Carruthers & Neil, 1997; Carruthers et al., 1997; Jones-Endsley et al., 1997; Sayers, 1999; Bargo et al., 2002a; Garcya et al., 2000; Reis & Combs, 2000b), pode ser associada com a alta captura de nitrogênio NH<sub>3</sub> da PB da pastagem que é de alta degradabilidade ruminal, mas também pela redução na ingestão total de PB, uma vez que os suplementos energéticos possuem usualmente menor percentagem de PB que as pastagens temperadas.

Soares (2002) trabalhando com capim-elefante com idades de corte de 30, 45 e 60 dias, picado e fornecido no comedouro, não observou diferenças para valores médios de pH ruminal (6,93), N-NH<sub>3</sub> (7,66 mg 100mL<sup>-1</sup>) e proporção molar de AGV (84,00 mMol mL<sup>-1</sup>). Estes valores de pH estão de acordo com os valores encontrados na literatura (6,2 a 7,0) para dieta exclusiva de forragem (Owens & Goetsh, 1988). O valor médio de N-NH<sub>3</sub> encontrado neste trabalho encontra-se acima de 5 mg 100mL<sup>-1</sup>, requerida para máxima síntese microbiana, segundo Satter & Slyter (1974).

Lima (2000) avaliou parâmetros ruminais de vacas holandesas recebendo capim-elefante picado e fornecido no comedouro, e concentrado a base de milho moído ou floculado, em alta ou baixa proporção na dieta, farelo de soja e farinha de peixe. Não foram observadas diferenças para valores de pH (6,6), e AGV total (73,5 mMol mL<sup>-1</sup>). Entretanto, a concentração de N-NH<sub>3</sub> (15,8 mg mL<sup>-1</sup>) foi menor para as dietas contendo milho floculado, principalmente com a utilização de farinha de peixe, sendo este valor reflexo da melhor utilização do N-amoniacal pelo maior valor energético do grão de milho promovido pela floculação.

### 5.6. Efeito sobre a digestão da fração fibrosa e síntese de proteína microbiana

Quando da suplementação com concentrados para animais em pastejo, dois efeitos são pronunciados, sendo eles o efeito da substituição do consumo da pastagem pelo concentrado e a diminuição da digestão da fração fibrosa (Galyean & Goetsch, 1993). Em pastagens de alta qualidade, o efeito do concentrado sobre a digestão da fibra é mais pronunciado, devido à provável queda no pH ruminal, podendo diminuir o consumo da pastagem. Em pastagens de baixa qualidade o efeito do concentrado sobre a digestão da fibra pode ser benéfico uma vez que estimula a produção microbiana, estimulando o consumo de forragem (Rearte & Pieroni, 2001). Entretanto, quando o ambiente ruminal é afetado negativamente, a digestão de fibra também pode ser prejudicado, assim como o CMS.

Um adequado ambiente ruminal é importante para a máxima degradação do FDN para incrementar o fluxo de proteína microbiana (PM) e aminoácidos (AA) para o intestino delgado (ID) (Beever & Siddons, 1986).

Variações no pH ruminal provocam acentuadas mudanças na população microbiana promovendo efeitos negativos na digestão da fibra, assim como na produção de PM (Rearte & Pieroni, 2001). Entretanto, em trabalhos que avaliaram a degradabilidade *in situ* com forrageiras de clima temperado, somente quando grande quantidade de concentrado rico em milho (>8 kg de MS dia<sup>-1</sup>) foi suplementada, para vacas de alto desempenho, a taxa de degradação da pastagem foi reduzida (Reis & Combs, 2000a; Bargo et al., 2002a).

Outro ponto importante observado em forrageiras tropicais manejadas intensivamente, refere-se a um desbalanço nutricional entre proteína e energia, seja pelos altos teores de proteína degradável no rúmen (PDR) ou baixa concentração energética nestas forragens (Beever & Siddons, 1986). Esta ausência de sincronismo ruminal entre os carboidratos e compostos nitrogenados no rúmen pode resultar em menor eficiência da síntese de PM (Aldrich et al., 1993).

Deste modo, as perdas do N proveniente de plantas forrageiras tropicais são dependentes da disponibilidade de energia e da utilização destes substratos pelos microrganismos ruminais (Beever & Siddons, 1986). Fontes de energia ricas em carboidratos não estruturais (CNE), suprem energia primeiramente para os microrganismos ruminais, e estimulam a síntese de PM em animais mantidos em pastagens (Carruthers & Neil, 1997).

Teoricamente, uma ferramenta importante para sincronizar a utilização do N das pastagens com fontes de CNE provenientes da suplementação com concentrado estaria relacionada com os horários de alimentação e com o fracionamento do fornecimento do concentrado (Kolver et al., 1998). Trabalhos que avaliaram a sincronização ruminal entre proteína e CNE em sistemas de pastagens são escassos na literatura. Dados de vacas mantidas em confinamento total têm apresentados resultados conflitantes, onde alguns apresentam respostas positivas enquanto outros não demonstram respostas (Santos et al., 1998).

A importância do fluxo de PM dá-se no sentido desta suprir a maioria dos AA encontrados no ID e juntamente com a proteína não degradável no rúmen (PNDR) e

a proteína endógena, determinam a quantidade e o perfil de AA essenciais na proteína total que chega ao ID. As respostas em produção e composição de leite são grandemente afetadas pela disponibilidade e perfil de AA essenciais (AAE) que chegam ao intestino (NRC, 2001; Santos et al., 1998; Clark et al., 1992).

### 5.7. Digestão pós-ruminal

Os trabalhos que avaliaram a digestão pós-ruminal de vacas em lactação mantidas em pastagens de clima temperado e suplementadas com concentrado energético, mostram que o consumo de MO não foi afetado (Van Vuuren et al., 1992; Berzaghi et al., 1996; O'Mara et al., 1997; García et al., 2000), indicando uma alta taxa de substituição (0,6 a 1 kg pasto/kg concentrado). O consumo total de MO somente aumentou quando a quantidade de concentrado aumentou de 5,6 para 8,4 kg MS dia<sup>-1</sup> (Jones-Endsley et al., 1997). Embora os estudos de Van Vuuren et al. (1993), O'Mara et al. (1997) e Jones-Endsley et al. (1997) não tenham encontrado variações na digestibilidade aparente da MO no trato total (DAT) com suplementação de até 7,1 kg MS de concentrado, Berzaghi et al. (1996) relataram uma redução numérica na DAT da MO com 5,4 kg MS dia<sup>-1</sup> de milho.

A suplementação energética reduziu a ingestão de FDN em alguns estudos (Van Vuuren et al., 1993; García et al., 2000), mas não no estudo de Berzaghi et al. (1996). Comparado a dietas exclusivas de pasto, a suplementação com milho quebrado (Berzaghi et al., 1996), cevada (García et al., 2000), ou concentrado rico em amido (Van Vuuren et al., 1993) reduziu a DAT do FDN. A suplementação com milho de baixa degradabilidade ruminal (García et al., 2000) ou concentrado rico em fibra (Van Vuuren et al., 1993) não afetou a DAT do FDN, comparado com dietas exclusivas de pasto, sendo que as pastagens demonstravam alta degradabilidade no rúmen (>65%) (Berzaghi et al., 1996; O'Mara et al., 1997; García et al., 2000).

Entretanto, o consumo total de MO e DAT da MO, consumo e fluxo de N digerido foram aumentados com a suplementação de 2 kg MS dia<sup>-1</sup> de farelo de soja (Delagarde et al., 1997) e pelo aumento de 12 para 16% na PB do concentrado (Jones-Endsley et al., 1997), aumentando também a ingestão e DAT da fração FDN, mas não afetou o fluxo de N microbiano (Jones-Endsley et al., 1997).

### 6. Limitações nutricionais em sistemas de produção de leite em pastagens tropicais

Segundo Muller & Falles (1998), um número limitado de estudos têm sido conduzidos no sentido de se determinar os nutrientes mais limitantes para a produção de leite de vacas mantidas em pastagens. Tanto para gramíneas temperadas (Segundo Muller & Falles (1998) como para tropicais (Davison & Elliott, 1993; Davison et al., 1982; Reeves et al., 1996), a ingestão de energia metabolizável constitui-se na maior limitação para vacas leiteiras mantidas em pastagens, inclusive as bem manejadas.

As dietas formuladas para vacas produzindo acima de 30 kg de leite dia<sup>-1</sup>, devem conter de 30 a 45% de CNE (NRC, 1989), os quais se constituem a principal



fonte de energia para vacas leiteiras. Entretanto, gramíneas temperadas e tropicais apresentam valores bem inferiores aos requeridos, da ordem de 15 a 22% nas temperadas (Muller & Falles, 1998) e valores similares ou inferiores nas tropicais (Tedeschi et al., 2002).

Trabalhos tanto com gramíneas tropicais como com temperadas, têm mostrado respostas superiores quando a suplementação energética é feita via fontes ricas em CNE (cereais) comparadas com fontes ricas em gordura (caroço de algodão) (Ehrlich et al., 1993). Entretanto, a combinação de fontes ricas em CNE com fontes ricas em gordura, tem mostrado resultados superiores ao fornecimento exclusivo de fontes ricas em CNE, principalmente em termos de produção de leite corrigido para gordura (King et al., 1990).

É difícil isolar quanto do aumento em produção de leite quando se fornece fontes ricas em CNE, deve-se exclusivamente a um aumento na energia metabolizável para o animal ou se parte da resposta advém de um provável aumento no fluxo de proteína metabolizável para o intestino, devido a uma maior síntese de proteína microbiana no rúmen. Fontes de energia ricas em CNE, suprem energia primeiramente para os microrganismos ruminais, podendo favorecer uma maior fermentação ruminal, estimulando assim a síntese de proteína microbiana de animais mantidos em pastagens (Carruthers & Neil, 1997). A eficiência de utilização do N amoniacal proveniente da degradação ruminal da proteína contida na forragem, também é aumentada com um maior suprimento de CNE (Van Vuuren et al., 1986).

A alta degradabilidade ruminal da proteína contida nas forragens tropicais e temperadas, tem sugerido que uma limitação no fluxo de proteína metabolizável deve ocorrer principalmente para animais de alta produção, suplementados ou não com concentrado. Esta limitação parece ser mais acentuada quanto maior o teor de proteína bruta da forragem, ou seja, a proteína proveniente desta forragem participa em larga escala da proteína total da dieta do animal. Entretanto, a suplementação de animais em pastagem com concentrado contendo fontes protéicas ricas em proteína não degradável no rúmen (PNDR) tem resultado em dados inconsistentes e pouco promissores (Santos & Jüchen, 2001).

A revisão de literatura (Santos et al., 1998) mostrou que para vacas de alto mérito genético, produzindo entre 30 a 46 kg de leite  $\text{dia}^{-1}$ , em sistemas confinados, a suplementação com PNDR em substituição parcial ou total ao farelo de soja convencional, teve sucesso somente quando se utilizou fontes ricas e bem balanceadas em lisina e metionina, os dois aminoácidos mais limitantes para a síntese de leite. A fonte mais promissora foi a farinha de peixe de alta qualidade seguida do farelo de soja tratado a alta temperatura ou quimicamente. Ganhos máximos de 2 kg de leite por dia foram observados para vacas nos primeiros 40 dias de lactação e média de 1,2 kg de leite para vacas com mais de 40 dias de lactação.

O'Mara et al. (2000) comparou o fornecimento de 1,25 kg de MS  $\text{vaca}^{-1}\text{dia}^{-1}$  de um concentrado energético com concentrados com alto teor em PNDR. As produções de leite foram 17,3, 18,0 e 18,6 para concentrado a base de polpa de beterraba, farinha de peixe e farelo de soja tratado com formaldeído, respectivamente. As produções de leite e proteína (0,58, 0,61 e 0,62  $\text{kg dia}^{-1}$ ) foram estatisticamente diferentes para o concentrado com energético em relação ao

farelo de soja. Percentualmente, as concentrações de proteína foram diferentes somente entre as fontes de PNDR (3,39, 3,43 e 3,37%). Estes resultados sugerem uma maior produção de leite para vacas após o pico de lactação quando suplementadas com alta PNDR do que quando alimentadas com suplemento energético. Os parâmetros sanguíneos comprovam que o "status" protéico foi melhorado com o suprimento de PNDR, consistindo provavelmente no mecanismo que aumentou a produção de leite e de proteína.

## 7. Efeito do tipo de suplementação

### 7.1. Suplementação energética

#### 7.1.1. Nível de suplementação

De modo geral, o CMS de pasto diminui (Spörndly, 1991; Robaina et al., 1998; Sayers, 1999; Reis & Combs, 2000b; Walker et al., 2001; Bargo et al., 2002a) e o CMS total aumenta com o fornecimento de concentrado (Spörndly, 1991; Dillon et al., 1997; Robaina et al., 1998; Sayers, 1999; Reis & Combs, 2000b; Walker et al., 2001; Bargo et al., 2002a). Bargo et al. (2003) em sua revisão relatou redução de 1,9  $\text{kg dia}^{-1}$  (0,1 a 4,4  $\text{kg dia}^{-1}$ ) ou 13% do CMS de pastagem temperada, quando comparado com dietas somente a pasto (CMS=14,8  $\text{kg dia}^{-1}$ ). O CMS total aumentou 3,6  $\text{kg dia}^{-1}$  (1,0 a 7,5  $\text{kg dia}^{-1}$ ) ou 24% comparado com dietas somente a pasto.

Muitos estudos demonstraram que a percentagem de gordura do leite diminuiu com o fornecimento crescente de concentrado (Arriaga-Jordan & Holmes, 1986; Spörndly, 1991; Sayers, 1999; Reis & Combs, 2000b; Valentine et al., 2000; Walker et al., 2001; Bargo et al., 2002a). Entretanto, outros estudos não demonstraram tal variação (Hoden et al., 1991; Wilkins et al., 1994; Dillon et al., 1997; Robaina et al., 1998). Em média, a redução foi de 0,24 unidades percentuais (1,23 a 0,22) ou 6% quando comparado a dietas exclusivas a pasto (4,04%). Entretanto, a produção de gordura aumentou (Hoden et al., 1991; Wilkins et al., 1994; Reis & Combs, 2000b; Bargo et al., 2002a) com a suplementação.

Vários autores relataram aumento na percentagem de proteína do leite com aumento da quantidade de concentrado (Hoden et al., 1991; Spörndly, 1991; Wilkins et al., 1994; Sayers, 1999; Reis & Combs, 2000b; Valentine et al., 2000; Bargo et al., 2002a). Outros estudos, entretanto, não encontraram variações (Dillon et al., 1997; Walker et al., 2001). Em média, o aumento foi de 0,13 unidades percentuais (0,01 a 0,25) ou 4% comparado a dietas exclusivas de pasto. Concomitantemente, a produção de proteína aumentou 0,17  $\text{kg dia}^{-1}$  (0,04 a 0,36) comparativamente a dietas exclusivas de pasto (0,56  $\text{kg dia}^{-1}$ ).

O consumo de MS de capim elefante foi de 14,70 e 13,60 com a utilização de duas quantidades de concentrado (2,64 a 5,68 Kg de MS ao dia, respectivamente) (Alvim et al., 1997).

#### 7.1.2. Concentrados amiláceos vs concentrados ricos em fibra

O CMS de pasto aumentou 0,7 (Meijs, 1986) e 0,8  $\text{kg dia}^{-1}$  (Sayers, 1999) quando concentrados ricos em fibra substituíram concentrados ricos em amido para

vacas em início de lactação pastejando azavém. Para estágios mais avançados de lactação, o CMS de pastagem de orchardgrass e consumo total de MS foram similares para ambos os tipos de concentrados (Delahoy et al., 2003). A produção de leite aumentou no tratamento com concentrado rico em fibra no estudo de Meijs (1986), mantendo-se similar entre os dois tipos de concentrado nos estudos de Sayers (1999) e Delahoy et al. (2003). A maior produção de leite com concentrados amiláceos observada no estudo de Valk et al. (1990) pode ser atribuída a alta ingestão de MS e energia deste tratamento. Em média, a produção de leite é levemente reduzida para concentrados ricos em fibra (-0,46 kg dia<sup>-1</sup>), mas com uma grande variação (-2,6 a 1,3 kg dia<sup>-1</sup>).

Nos trabalhos realizados por Meijs (1986), Garnsworthy (1990), Valk et al. (1990), Schwarz et al. (1995) e Delahoy et al. (2003) não houve redução nas percentagens de proteína ou gordura do leite. Entretanto, Sayers (1999) relatou maior percentagem de gordura para concentrados ricos em fibra. Em média, a percentagem de proteína do leite foi reduzida em 0,06 unidades percentuais (0,21 a 0,05) para concentrados ricos em fibra comparado com concentrados ricos em amido.

Meijs (1986) sugeriu que a suplementação de pastagens de alta degradabilidade com concentrados ricos em amido pode reduzir o pH ruminal e a degradação ruminal da pastagem, aumentando o tempo de retenção do alimento no rúmen, diminuindo o CMS de pasto. Concentrados ricos em fibra poderiam manter o pH mais elevado, aumentando a digestão da pastagem que resultaria em maior CMS.

Em experimento recentemente conduzido no Depto de Zootecnia da ESALQ-USP, vacas produzindo ao redor de 15 kg de leite dia<sup>-1</sup> e pastejando capim elefante manejado intensivamente no final do verão, apresentaram desempenho semelhante quando concentrado rico em amido (milho moído fino) foi substituído por concentrado rico em fibra (polpa cítrica) (Martinez, comunicação pessoal).

### 7.1.3. Efeito do processamento do grão

Estudos foram conduzidos para comparar diferentes formas de processamento de grãos, tais como milho de alta umidade (Soriano et al., 2000; Alvarez et al., 2001; Reis et al., 2001; Wu et al., 2001), milho floculado com densidade de 290 (Bargo et al., 1998) ou 360 g/L (Delahoy et al., 2003), laminado a vapor com densidade de 591 g/L (Reis & Combs, 2000a), e sorgo floculado a 480 g/L (Pieroni et al., 1999) para vacas em pastagem. A maioria dos estudos não relataram diferenças no CMS de pasto ou CMS total quando estas formas de processamento foram comparadas com milho seco. Em apenas um trabalho a produção de leite foi maior para a fonte processada (Wu et al., 2001). Em média, a diferença entre fontes processadas e não processadas na produção de leite foi de 0,06 kg dia<sup>-1</sup> (-1,6 a 2,4 kg dia<sup>-1</sup>). A ausência de resposta ao processamento de milho para vacas em pastagens difere dos dados consistentes revisados por Theurer et al. (1999). Doses muito altas de milho, entre 8 a 10 kg vaca<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, podem ter resultado em excesso de amido degradável no rúmen nos tratamentos com grãos processados, afetando o desempenho das vacas.

Comparado com grãos não processados, a suplementação com grãos processados não afetou a percentagem de gordura do leite em sete dos oito estudos

sumarizados (Bargo et al., 1998; Pieroni et al., 1999; Reis & Combs, 2000a; Soriano et al., 2000; Alvarez et al., 2001; Delahoy et al., 2003; Reis et al., 2001); somente Wu et al. (2001) relataram redução no conteúdo de gordura. Somente dois de oito estudos (Alvarez et al., 2001; Wu et al., 2001) encontraram maior percentagem de proteína do leite para tratamentos com milho de alta umidade.

Alguns estudos foram conduzidos para comparar fontes energéticas e seus efeitos no desempenho lactacional e parâmetros ruminais (Tabela 11), para vacas em pastagem de alta qualidade (Bargo et al., 1998; Pieroni et al., 1999; Van Vuuren et al. 1986).

Tabela 11. Efeito de fontes energéticas no desempenho e parâmetros ruminais de vacas em pastagens.

Tratamentos	Dieta		Parâmetros ruminais			Produção		
	Pasto (kg dia <sup>-1</sup> )	Conc. (kg dia <sup>-1</sup> )	pH	NH <sub>3</sub> (mg/dl)	AGV (Mmol/l)	P. leite (kg dia <sup>-1</sup> )	Gord (%)	Prot (%)
Milho moído seco	11,5	6,18	5,7	11,2 <sup>a</sup>	76	9,14	3,90	3,11
Milho floculado 50% Sil de milho/50% pasto	9,8	6,64	5,6	8,0b	72	9,49	3,71	3,10
Bargo et al., 1998								
Sorgo moído seco	12,4	6,2	-	26,6 <sup>a</sup>	88	9,16	3,35	3,17
Sorgo floculado	14,3	6,2	-	20,6b	88	9,42	3,23	3,20
Pieroni et al., 1999								
Milho moído seco	14,83	5,6	5,97	19,1 <sup>a</sup>	90	7,81	3,13	3,30
Milho alta umidade	14,60	6,4	6,01	12,9b	86	7,98	3,29	3,39
Alvarez et al., 1993								
Sem suplementação	13,4	0,3	6,0	19,0 <sup>a</sup>	127	8,74	4,1	3,30
Alto amido	11,3	5,4	5,9	13,0b	127	9,06	3,8	3,50
Baixo amido	12,8	5,2	5,9	12,0b	130	8,56	4,1	3,30
Van Vuuren et al., 1986								
Sem suplementação	17,8	0	6,06 <sup>a</sup>	-	129,0	25,6 <sup>a</sup>	3,77	3,14
Milho moído seco	11,1	10	5,68b	-	133,6	30,7 <sup>a</sup>	3,15	3,36
Milho quebrado úmido	10,9	10	5,71b	-	137,4	29,9b	3,25	3,35
Milho moído seco	10,6	10	5,84	-	144,1	27,5	3,63	3,52
Milho quebrado úmido	9,9	10	5,85	-	144,8	25,9	3,69	3,49
Milho úmido moído fino	10,0	10	5,87	-	145,2	26,1	3,56	3,49
Reis et al., 2001								
Milho alta umidade	-	6	-	-	-	30,8	3,13	2,96
Milho quebrado	-	6	-	-	-	29,7	2,94	2,99
Milho moído fino	-	6	-	-	-	30,1	3,23	2,96
Milho alta umidade (2X)	-	4	-	-	-	30,5	3,10	2,95
Soriano et al., 2000								
Milho moído	10,8	9	6,57	-	117,3	32,3	3,29	2,94
Milho laminado	10,7	9	6,48	-	120,5	31,8	3,39	2,98

Fonte: Rearte and Pieroni, 2001 - \* letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si

De modo geral, a suplementação com fontes energéticas de maior degradabilidade ruminal reduziu a concentração de  $\text{NH}_3$ , sugerindo maior síntese microbiana no rúmen.

## 7.2 Suplementação Protéica

Recomendações para formulação de dietas baseado nas exigências em PB estão sendo abandonadas atualmente. O NRC (2001) calcula as exigências em proteína para vacas em lactação baseado-se em proteína metabolizável que corresponde ao total de AA absorvidos no intestino delgado, sendo estes provenientes da digestão intestinal da proteína endógena, proteína microbiana e proteína não degradável no rúmen (PNDR).

A importância da correta utilização da nutrição protéica advém do fato desta representar parcela considerável do custo das dietas para vacas em lactação. Dentre as fontes protéicas, as principais utilizadas na formulação de concentrados para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais são os subprodutos agroindustriais como o farelo de soja, farelo de algodão, caroço de algodão, farelo de girassol, farinha de peixes, farinha de carne e ossos (Rearte & Pieroni, 2001) e uréia (nitrogênio não protéico) (Aroeira et al., 1999; Soares et al., 1999). Vale ressaltar que as fontes protéicas de origem animal estão proibidas em nosso país.

No Brasil, o farelo de soja é a fonte protéica mais utilizada (Guidi, 1999), sendo uma proteína de excelente qualidade, adequada em lisina, mas deficiente em metionina (Schwab et al., 1976), caracterizando-se como uma proteína de alta degradabilidade ruminal. A uréia é um composto orgânico rico em NNP, possuindo 45% de N, com potencial equivalente a 281% de PB (NRC, 1989).

Devido ao alto custo das fontes protéicas e a capacidade dos ruminantes em utilizar fontes de NNP, tem-se justificado o interesse pela utilização de uréia em substituição a fontes de proteína verdadeira. Entretanto, sua utilização como um ingrediente na formulação de suplementos, deve seguir restrições de fornecimento para não ocasionar distúrbios metabólicos (Fergusson et al., 1988).

Van Der Grinten et al. (1992) avaliaram a suplementação protéica em quatro sistemas de produção baseados em pastagens tropicais com a utilização de concentrados, e observaram que em todos os sistemas, as dietas apresentavam excesso de PB.

Segundo De Faria et al. (1996) concentrados comerciais apresentando cerca de 18 a 20% de PB na MS seriam suficientes quando usados nas quantidades especificadas, para as produções normalmente obtidas em pastagens tropicais. De acordo com o NRC (2001), a produção de leite sofre efeito quadrático com relação aos teores de PB nas dietas para vacas em lactação, com incrementos na produção de leite de  $0,75 \text{ kg dia}^{-1}$  aumentando a concentração dietética de proteína de 15 para 16% e  $0,35 \text{ Kg dia}^{-1}$  com aumento de 19 para 20% de PB na dieta, para vacas confinadas com produção acima de  $30 \text{ kg d}^{-1}$ .

Os teores de PB utilizados em concentrados para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais variam de 17% a 23,5% (Vilela et al., 1996; Alvim et al., 1997; Aroeira et al., 1999; Fonseca et al., 1998), sendo teores entre 20 a

25% encontrados em concentrados comerciais geralmente utilizados nas propriedades brasileiras (Santos e Juchem, 2001).

Tabela 12. Suplementação protéica com diferentes degradabilidades ruminal da proteína

Tratamentos	CMS ( $\text{kg vaca}^{-1} \text{dia}^{-1}$ )		kg/dia	Produção	
	Pasto	Concent.		Gordura (%)	Proteína (%)
Controle, 0 F. de peixes	8,8	7,0	13,38	3,37	3,01
0,5 kg/dia Farinha de peixes	9,9	7,0	13,43	3,33	2,99
1,0 kg/dia Farinha de peixes	10,1	7,0	13,47	3,28	3,00
1,3 kg/dia Farinha de peixes	9,9	7,0	12,88	3,35	3,03
				Castillo et al., 1999	
Farelo de girassol	-	6,0	10,00	3,45	3,00
Farinha de carne	-	6,0	10,20	3,35	2,95
				Rearte et al., 1989	
Farelo de girassol	16,6	4,4	11,52	3,22	3,19
Farinha de peixes	17,0	4,4	12,47	3,32	3,28
				Schoederer et al., 1998	
Farelo de Soja	13,0	6,0	12,2	3,10	2,83
Farinha de Sangue	17,0	6,0	12,6	3,20	2,84
				Schor, 1996	
Farelo de Girassol, 15% PB	12,0	6,3	8,8	3,46	3,56
Farelo de Girassol, 19% PB	14,3	6,5	9,4	3,35	3,30
Farinha de Penas, 16% PB	13,2	6,5	9,6	3,57	3,31
				Bargo et al., 1997	
Farelo de Girassol	13,85	6,95	10,86	3,47	3,29
Farelo de Soja Tostado	19,52	6,95	10,40	3,61	3,24
				Piñeiro et al., 2000	
0% Farelo de Soja Tostado	-	8,0	12,74	2,96	3,06
18% Farelo de Soja Tostado	-	8,5	13,02	3,18	2,90
36% F. de Soja Tostado	-	8,3	12,61	3,20	2,85
				Dhiman et al., 1997	
Conc. Com alta PNDR	12,0	8,9	16,1	3,29	2,87
Conc. Com baixa PNDR	11,0	8,9	15,5	3,53	2,89
				Hongerholt and Muller, 1998	

Fonte: adaptado de Rearte and Pieroni, 2001

A Tabela 12 sumariza alguns estudos sobre fornecimento de PNDR para vacas em pastagens.

Utilizando a mais recente edição do NRC (NRC 2001) para formular dietas para vacas em lactação produzindo entre 15 a 25 litros de leite por dia, em pastagens tropicais manejadas intensivamente, contendo entre 12 e 14% de PB na forragem colhida pelo animal, obtém-se teores de PB no concentrado normalmente inferiores ao tradicionalmente usado por muitos produtores e pela indústria em geral no Brasil.

Em experimento recentemente conduzido no Depto. de Zootecnia da ESALQ-USP, vacas produzindo ao redor de 19 kg de leite ao dia e pastejando capim elefante manejado intensivamente no verão, não responderam a teores de PB superiores à 17,5% no concentrado (Voltolini, comunicação pessoal).

A redução no teor de PB do concentrado de 20-24% para 16-18%, pode representar uma economia considerável na propriedade ao longo do ano. Entretanto, a literatura nacional e internacional, é escassa no assunto.

Os métodos de monitoramento e acompanhamento da nutrição protéica baseados nos teores de uréia no leite e no plasma vêm sendo usados com maiores intensidades nos últimos anos. Os valores recomendáveis variam em função do estágio de lactação e produção de leite.

De acordo com Lima (2001) vacas em lactação mantidas em pastagens de capim Elefante e capim Tanzânia adubadas e recebendo até quatro quilos de concentrado com 18% de PB na MS em função do estágio de lactação, apresentaram valores de N-uréico plasmático de 9,8 a 10,6 mg dl<sup>-1</sup>, respectivamente. Estes baixos valores de N-uréico plasmático indicam que houve uma baixa ingestão de PB.

Em contrapartida, a utilização de altas doses de concentrado ou altos teores de PB no concentrado pode levar a valores excessivos de excreção de N-uréico pelos animais, que podem prejudicar o desempenho reprodutivo, aumentar as exigências em energia uma vez que são necessárias 13,3 kcal de energia digestível para excretar uma grama de N. Ainda, os concentrados protéicos são caros e a grande quantidade de N excretado gera um impacto ambiental negativo (Broderik & Clayton, 1997).

A publicação do NRC (1985) e posteriormente o NRC (1989) estimularam de forma expressiva o interesse por fontes suplementares ricas em PNDR. O conceito difundido foi o de que dietas contendo farelo de soja como o principal suplemento protéico seriam deficientes em PNDR, limitando assim o desempenho de vacas de alta produção. Um dos principais aspectos que estimulou a suplementação de fontes ricas em PNDR para vacas em lactação foi a hipótese da obtenção de um maior fluxo de AA essenciais (AAE) para o ID. Entretanto, o aumento da absorção de AAE com o uso de fontes protéicas ricas em PNDR não tem sido observado na maioria dos trabalhos que avaliaram o metabolismo de vacas em lactação (Waltz et al., 1989; Mabweesh et al., 1996, Santos et al., 1998).

A utilização incorreta de fontes ricas em PNDR pode restringir a disponibilidade de PDR para os microrganismos do rúmen, prejudicando a fermentação ruminal, digestão de fibra (Lima, 2000) e a síntese microbiana (Santos et al., 1998). Outra provável causa da ausência de resposta em produção de leite à suplementação com PNDR em diversos trabalhos, pode ser o fato de que a maioria destas fontes protéicas tem o perfil de AA inadequado (Sloan et al., 1998).

Kellaway & Porta (1993) revisaram a literatura Australiana sobre suplementação protéica e concluíram que para vacas de baixa produção, em pastagens de alta qualidade, a suplementação com fontes ricas em PNDR é desnecessária. Delgado & Randei (1989), trabalhando com sistema rotacionado com grama estrela, não observaram resposta de vacas produzindo em média 17,3 kg de leite dia<sup>-1</sup>, ao aumento de PB do concentrado de 15 para 18%, assim como do aumento do teor de PNDR no concentrado. Davison et al. (1982 e 1990) observaram resposta positiva para vacas em lactação com produção de leite entre 14 a 18 kg por dia em pastagens tropicais, com a adição de farinha de carne e ossos à dieta. Entretanto nos 2 experimentos não houve um tratamento controle com uma fonte protéica rica em PDR, como o farelo de soja.

Apesar dos dados de pesquisa indicarem ausência de resposta à suplementação com fontes ricas em PNDR para vacas mantidas em pastagens temperadas ou tropicais, Davison & Elliott (1993) relataram resposta em produção de leite com a suplementação de fontes ricas em PNDR em observações feitas em fazendas comerciais australianas. Entretanto, os autores não esclarecem se estas respostas são obtidas em comparação com fontes de alta degradabilidade ruminal ou se referem à simples adição extra de uma fonte rica em PNDR.

## 8. Efeito do nível de suplementação

A suplementação com alimentos concentrados para vacas leiteiras tem sido apontada por muitos pesquisadores, consultores e produtores como um fator de elevação dos custos de produção, e que, portanto deveria ser minimizada ao máximo. Tem se tornado comum a proposta feita em palestras e revistas especializadas, de que para vacas mantidas em pastagens tropicais, a suplementação com concentrado é antieconômica e que os produtores brasileiros deveriam estabelecer sistemas exclusivos com forragens. Esta proposta tem sido fundamentada em parte por trabalhos de pesquisa de curta duração, onde as respostas em kg de leite por kg de concentrado foram da ordem de 0,3 a 0,8 kg, ou trabalhos de longa duração onde as respostas foram superiores, da ordem de 0,6 a 1,03. A maioria destes trabalhos foi conduzida na Austrália e o nível de concentrado fornecido foi de 0,6 a 5,1 kg vaca<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>, constituindo-se principalmente uma fonte quase que exclusiva de energia, como melaço ou milho (Santos & Juchem, 2001).

Davison & Elliott (1993) revisaram a literatura sobre suplementação de vacas mantidas em regime de pasto. Intrigante para os pesquisadores Australianos, era o fato de apesar da pesquisa mostrar pouca viabilidade no uso de concentrado, os produtores do norte da Austrália passaram de 860 kg de concentrado vaca<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> em 1986-87 para 1490 kg em 1990-91, resultando em um aumento da ordem de 40% na produção de leite por hectare no período de apenas 4 anos. A explicação para o aumento no uso de concentrados por parte dos produtores australianos veio com a condução de experimentos em fazendas comerciais, os quais têm mostrado respostas de 1,1 a 1,6 kg de leite por kg de concentrado fornecido, para animais suplementados com até 2,5 ton/ano, respostas estas superiores ao obtidos em trabalhos de curta duração.

Vale salientar que a quase totalidade dos trabalhos de curta e longa duração revisados por Davison & Elliott (1993), onde as respostas à suplementação foram baixas, foram conduzidos na década de 70, utilizando vacas de potencial genético inferior ao do rebanho atual da Austrália.

Quando se avaliam os benefícios da suplementação, experimentos de curta duração ou mesmo aqueles que avaliam apenas uma lactação completa do animal, não são capazes de avaliar os possíveis efeitos positivos da suplementação no desempenho produtivo e reprodutivo do animal na lactação seguinte, devido a uma melhor condição corporal ao parto dos animais que receberam concentrado (Davison & Elliott, 1993). Estes benefícios foram observados por Broster et al. (1984) citados por Davison & Elliott (1993) que revisaram estudos sobre a suplementação de concentrado por várias lactações.

Um levantamento feito em 114 fazendas australianas entre 1990-91 (Kerr & Chaseling, 1992, citados por Davison & Elliott (1993) mostrou que os custos de

alimentação e os custos variáveis totais para a produção de leite nessas fazendas haviam aumentado em média 1 a 2 centavos de dólar por ano, nos últimos 5 anos. O levantamento mostrou que as fazendas que tinham conseguido reduzir essa tendência foram aquelas que haviam atingido produções individuais por vaca superiores a 5000 kg ano<sup>-1</sup>, fazendo uso correto de maior suplementação com concentrado.

O critério adotado para determinar a quantidade de concentrado a ser fornecida para as vacas em lactação deve levar em conta o potencial genético do animal, a qualidade e disponibilidade do pasto, o preço do concentrado e o preço do leite.

A grande maioria dos produtores de leite do Brasil utiliza animais não especializados para a produção de leite, com alto grau de sangue zebrino e de baixo potencial genético, ou seja, animais com capacidade limitada de resposta à suplementação com concentrado. Entretanto, produtores que trabalham com animais especializados, podem utilizar quantidades maiores de concentrado e obter resultados satisfatórios.

Baseado em dados de pesquisa e em resultados obtidos em fazendas comerciais, as Tabelas a seguir apresentam uma simulação do efeito da quantidade de concentrado fornecido, preço do concentrado e preço do leite, na produção de leite, na lotação do pasto, na produção de leite por área, no custo diário de alimentação da vaca, custo de alimentação por litro de leite e saldo líquido por vaca e por área. Para efeito de cálculo, considerou-se uma produção de 10 kg de leite vaca<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup> para uma vaca de 550 kg de PV recebendo dieta exclusiva a pasto; preço da MS do concentrado variando de R\$ 0,35 a R\$ 0,45; preço do leite a R\$ 0,35 ou R\$ 0,45 e custo da MS de pasto como sendo R\$ 0,05 para uma produção de 15 toneladas de MS colhida em 200 dias de verão.

Tabela 13. Efeito da dose de concentrado na produção por área.

Produção de leite (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Total	CMS (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )		Vacas ha <sup>-1</sup>	Kg leite ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>
		Pasto	Concentrado		
10	12	12	0	6,25	63
15	14	11,3	2,7	6,63	100
15	14	9,5	4,5	7,9	119
20	16	9,7	6,3	7,73	155
20	16	8,8	7,2	8,5	170

Tabela 14. Efeito do custo do concentrado no custo de alimentação.

Prod. De leite (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Fornec. De conc. (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Custo do Concentrado					
		R\$ 0,35		R\$ 0,40		R\$ 0,45	
		R\$/vaca/d	R\$/litro	R\$/vaca/d	R\$/litro	R\$/vaca/d	R\$/litro
10	0	0,60	0,06	0,60	0,06	0,60	0,06
15	2,7	1,55	0,10	1,68	0,11	1,81	0,12
15	4,5	2,17	0,14	2,40	0,16	2,62	0,17
20	6,3	2,80	0,14	3,12	0,16	3,43	0,17
20	7,2	3,12	0,16	3,48	0,17	3,84	0,19

Tabela 15. Efeito do custo do concentrado e preço do leite no saldo líquido.

Prod. De leite (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Fornec. de conc. (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Custo R\$/vaca/dia	Saldo Líquido			
			Leite a R\$ 0,40		Leite a R\$ 0,45	
			R\$/vaca/d	R\$/ha	R\$/vaca/d	R\$/ha
10	0	0,60	2,340	14,00	3,90	15,75
15	2,7	1,55	3,445	16,51	5,20	19,30
15	4,5	2,17	3,383	16,93	4,58	20,24
20	6,3	2,80	4,520	23,71	6,20	28,27
20	7,2	3,12	3,488	23,23	5,88	27,99

Tabela 16. Efeito do custo do concentrado e preço do leite no saldo líquido.

Prod. De leite (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Fornec. de conc. (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Custo R\$/vaca/dia	Saldo líquido			
			Leite a R\$ 0,40		Leite a R\$ 0,45	
			R\$/vaca/d	R\$/ha	R\$/vaca/d	R\$/ha
10	0	0,60	2,340	14,00	3,90	15,75
15	2,7	1,68	3,432	16,03	5,07	18,81
15	4,5	2,40	2,960	15,91	4,35	19,23
20	6,3	3,12	3,488	22,25	5,88	26,81
20	7,2	3,48	3,552	21,51	5,52	26,27

Tabela 17. Efeito do custo do concentrado e preço do leite no saldo líquido.

Prod. de leite (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Fornec. de conc. (kg vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Custo R\$/vaca/dia	Saldo líquido			
			Leite a R\$ 0,40		Leite a R\$ 0,45	
			R\$/vaca/d	R\$/ha	R\$/vaca/d	R\$/ha
10	0	0,60	2,340	11,90	3,90	13,65
15	2,7	1,81	3,19	18,51	4,94	18,33
15	4,5	2,62	2,38	14,94	4,13	18,25
20	6,3	3,43	3,57	20,84	5,57	25,40
20	7,2	3,84	3,16	19,80	5,16	24,56

Os dados das Tabelas a<sub>1</sub> que o uso correto do concentrado, é um instrumento para aumentar a produtividade do sistema. A elevação dos custos é compensada pela maior escala de produção e por uma maior produção por animal e por área. É importante frisar que esta simulação mostra uma boa eficiência de resposta animal à suplementação com concentrado em condições onde isto não ocorra por motivos diversos, a via de suplementação poderá ser comprometida.

## 9. Referências Bibliográficas

- Aldrich, J.M., et al. 1993. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow and performance of dairy cows. **J. of Dairy Sci.** v.76, n.4, p. 1091-93.
- Allden, W. G., Whittaker, I. A. The determinants of herbage intake by grazing sheep. The interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. **Austr. J. Agric. Res.** Vitória, v.21, pag755-766.1970.
- Allen, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **J. Anim. Sci.** v.74, n.12, p. 3063-75. 1996.
- Alvarez, H. J., et al. 2001. Milk production and ruminal Allden, W. G., Whittaker, I. A. The determinants of herbage intake by grazing sheep. The interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. **Austr. J. Agric. Res.** Vitória, v.21, pag755-766.1970.
- Alvim, J. M. et al. Efeito da disponibilidade de forragem em pastagem de capim setária (*Seteria sphacelata*, c.v. Kazungula) sobre a produção de leite, durante a época das chuvas. **Rev. Soc. Bras. de Zoot.** Viçosa -MG, v. 22, n. 3, p. 380-388, 1993a.
- Alvim, M. J. et al. Efeitos de dois níveis de concentrado sobre a produção de leite de vacas da raça holandesa em pastagem de "Coast-Cross". In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 33., 1996, FORTALEZA. Anais...1996. Fortaleza p. 12-173. 1996.
- Alvim, M.J.; et al. Efeito da disponibilidade de forragem e da adubação em pastagem de capim-angola sobre a produção de leite. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.2, n.11, p.1541-1550, 1992.
- Alvim, M.J.; et al. Efeito de dois níveis de concentrado sobre a produção de leite em vacas da raça Holandesa em pastagem de *Coast-cross*. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.26, n.5, p.967-975, 1997.
- Alvim, M.J.; et al. Estratégias de fornecimento de concentrado para vacas da raça holandesa em pastagem de coast-cross. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34:1711-1720, 1999.
- Aroeira, L. J. M., et al. A Pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum). **Animal Feed Science and Technology**, 78:313-324. 1999.
- Aroeira, L.J.M., et al. Daily intake of lactating cross bred grazing elephantgrass rotationally. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n. 6, p.911-917. 2001.
- Arriaga-Jordan, C. M., & W. Holmes. 1986. The effect of concentrate supplementation on high yielding dairy cows under two systems of grazing. **J. Agric. Sci. (Camb.)** 107:453-461.
- Assis, A.G. Produção de leite a pasto no Brasil. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO**, 1997, Viçosa. Anais ... Viçosa. UFV, 1997. p. 381-409.

- Assis, A.G., et al. **A simulation model to evaluate supplementation of tropical forage diets for dairy cows.** In: **PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS 2001.** p. 702-703
- Balsalobre, M.A.A. **Desempenho de vacas em lactação sob pastejo rotacionado de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.).** Piracicaba, 1996. 139p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 1996.
- Balsalobre, M.A.A. **Valor alimentar do capim Tanzânia irrigado.** Piracicaba, 2002. 113 p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2002
- Bao, J., et al. 1992. The effect of milk production level on grazing behaviour of Friesian cows under variable pasture conditions. **Irish J. Agric. Food Res.** 31:23-33.
- Bargo, F. & Rearte, D.H. 1997. Supplementation with sunflower meal or feather meal to dairy cows grazing winter oats. **J. Dairy Sci.** 80(Suppl. 1):250.
- Bargo, F., et al. 1998. Milk production and ruminal fermentation of grazing dairy cows supplemented with dry-ground corn or steam-flaked corn. **J. Dairy Sci.** 81(Suppl. 1):250.
- Bargo, F., et al. 2000b. Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. **J. Dairy Sci.** 85:2948-2963.
- Bargo, F., et al. 2002a. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. **J. Dairy Sci.** 85:1777-1792.
- Bargo, F., et al. Production and digestion de vacas suplementadas em pastagens. **J. Dairy Sci.** 86:1-42, 2003.
- Beever, D. E., & C. L. Thorp. 1997. Supplementation of forage diets. Page 419 in **Milk Composition, Production and Biotechnology.** R. A. S. Welch, D. J. W. Burns, S. R. Davis, A. I. Popay, and C. G. Prosser, eds. CAB International, Oxon, UK.
- Beever, D.E. & Siddons, R.C. Digestion and metabolism in the grazing ruminant. In: **CONTROL OF DIGESTION AND METABOLISM IN RUMINANTS.** New Jersey: Prentice Hall, Englewoods Cliffs, 1986. p.479-497.
- Berzaghi, P., et al. 1996. Intake, site, and extent of nutrient digestion of lactating cows grazing pasture. **J. Dairy Sci.** 79:1581-1589.
- Blaser, R. E., et al. Forage animal management systems. Virginia, USDA, 1986. 96p. (Bulletin).
- Boin, C. et al. Atendimento de exigências nutricionais de bovinos em pastejo rotacionado. In: Peixoto, A.M. et al. (ed) **FEALQ. Simp. sobre manejo da pastagem, 14. Fundamentos do pastejo rotacionado.** 1997, Piracicaba. Anais... Piracicaba. 1997. p. 297-316.

- Borges, A.L.C.C. Controle da ingestão de alimentos. **Cad. Tec. Esc. Vet. UFMG**, n.21, v. único, p.67-9. 1999.
- Bressan, M. et al. **A produção de leite em Goiás**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, Goiânia: FAEG/SINDILEITE, 1999. 310p.
- Broderik, A.G. & Clayton, M.K. A statistical evaluation of animal and nutrition factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **J. of Dairy Sci.**, Savoy, v. 80, n.11, p. 2964-71. 1997.
- Camargo, A. C. Produção de leite a pasto. In: ANAIS DO 13º SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, Ed. A. M. Peixoto, J.C. de Moura e V.P. de Faria. Piracicaba, FEALQ, 1996. 352 p.
- Cardoso, R.M. **Efeito da adubação da pastagem de capim gordura (*Melinis minutiflora*, Beauv), sobre o consumo de nutrientes e a produção de leite**. Viçosa, MG: UFV, 1977. 61p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa. 1977.
- Caro-Costas, R. & Vicente-Chandler, J. Milk production of young Holstein cows fed only on grass pasture over three successive lactations. **Journal Agricultural University Puerto Rico**, Rio Piedras, v.58, p.18-25, 1974.
- Caro-Costas, R. & Vicente-Chandler, J. Milk production with all-grass rations from steep, intensively managed tropical pastures. **J. of Agric. Of Univ. of Puerto Rico**. p. 251-8. 1974.
- Carruthers, V. R. & P. G. Neil. 1997. Milk production and ruminal metabolites from cows offered two pasture diets supplemented with non-structural carbohydrate. **N.Z. J. Agric. Res.** 40:513-521.
- Carruthers, V. R., et al. 1997. Effect of altering the non-structural:structural carbohydrate ratio in a pasture diet on milk production and ruminal metabolites in cows in early and late lactation. **Anim. Sci.** 64:393-402.
- Carvalho, P.C.F. et al. Importância da Estrutura da Pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS. Piracicaba, SP: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 853-871.
- Castillo, A.R. Improving nitrogen utilization in dairy cows. Ph.D. Thesis, The University of Reading (UK). 1999.
- Chacón, E., et al. Estimation of herbage consumption by grazing using measurements of eating behaviour. **J. Brit. Grass. Soc.**, v. 31, n. 2, p. 81-87, 1976.
- Clark, J.H.; et al. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2304-2323, 1992.
- Corsi, M. & Martha, G.B. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: Simposio sobre Manejo da Pastagem, 14. Fundamentos do pastejo rotacionado; anais. Piracicaba: FEALQ, 1998. p.161-192.

- Corsi, M. Potencial das pastagens. In: PEIXOTO, A. M. ; et al, (ed.). **Bovinocultura Exploração Racional**. Piracicaba: FEALQ, 1998.
- Corsi, M., et al. Impact of gritty of tropical grasslands. In: INTERMISS, 2001, 19, São Pedro. Proceedings...211-805.
- Corsi, M., et al. Tendências bovinas sob pastejo. In: **17 Simpósio sobre rba**: FEALQ, 2001. p. 3-69.
- Cóser, A.C. et al. Efeitos da adubação da pastagem de capim elefante**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 31, n. 2, p. 151-156.
- Cóser, A.C. et al. Produção de leite em pastagens de capim elefante submetidas a duas alturas de resíduos. **Lavras**, v.25, n.2, p. 151-156.
- Cosgrove, G. Animal graintake. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBASTEJO, 1997. Viçosa. **Anais...Viçosa**: UFV, 1
- Cowan, R. T. & Lowe, K. F. Management Effects on Cool-season Grass For Cattle. Ed. Cherney, J. H. & Cherney, D. J. R.
- Cowan, R. T. Milk production in northern Australia. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE LEITE NO BRASIL. EMES. P. 41-54. 1996.
- Cruz Filho, A.B.; et al. Produção de leite em pastagens de capim elefante: dados de transferência de tecnologia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Fortaleza. **Anais... Fortaleza**: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.504-506.
- Da Silva, S.C. & Pedreira, S. Efeitos de condicionantes da produção animal a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. Piracicaba. **Anais... Piracicaba**: FEALQ, 1996. p.161-192.
- Dalley, D. E., et al. 2001. Mgt does not improve the milk production of dairy cows. **J. Exp. Agric.** 41:593-599.
- Davison, T. M. & Elliott, R. Grain-based concentrates in northern Australia. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 137. 1993.
- Davison, T. M., et al. Effect of pasture type on milk yield and composition of dairy cows. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**. 1993.
- Davison, T. M., et al. Milk yield and meat-and-bone meal to Friesian cows grazed pasture. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 1993.

- Davison, T.M., et al. 1997. An evaluation of kiluyu-clover pastures as a dairy production system. 2. Milk production and system comparisons. **Tropical Grasslands**, n. 31, p. 135-44.
- Davison, T.M., et al. 1997. An evaluation of kiluyu-clover pastures as a dairy production system. 3. Dynamics of pasture composition and diet selection. **Tropical Grasslands**, n. 31, p. 15-23.
- De Faria, V. P., et al. In: Anais do 13<sup>o</sup> Simpósio sobre Manejo de Pastagens. Ed. A. M. Peixoto, J.C. de Moura e V.P. de Faria. Piracicaba, FEALQ, 1996. 352 p.
- De Faria, V.P. de, et al. Potencial e perspectivas do pastejo em capim-elefante. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.192, p.5-13, 1998.
- Delaby, L., et al. 2001. Effect of the level of concentrate supplementation, herbage allowance and milk yield at turn-out on the performance of dairy cows in mid lactation at grazing. **Anim. Sci.** 73:171-181.
- Delagarde, R., et al. 1997. The effect of nitrogen fertilization level and protein supplementation on herbage intake, feeding behaviour and digestion in grazing dairy cows. **Anim. Feed Sci. Tech.** 66:165-180.
- Delahoy, J. E., et al. 2003. Supplemental carbohydrates sources for lactating dairy cows on pasture. **J. Dairy Sci.** 86:(In press).
- Delgado, I. & Randel, P. F. Supplementation of cows grazing tropical grass swards with concentrate varying in protein level and degradability. **J. Dairy Sci.** 1989, 72:995-1001.
- Deresz, F. & Matos, L. L. de. Grazing management of Elephant-grass for milk production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., Sakatoon. **Proc...**Sakatoon, 1997. Canada p. 29:157-29:158. 1996.
- Deresz, F. Effect of different strategies of management of Elephantgrass on pasture availability and milk yield of crossbred Holstein x Zebu cows. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 2001, 19, São Pedro. **Proceedings...**2001. São Pedro, São Paulo, p.849-850.
- Deresz, F. Produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu em pastagem de Capim-Elefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, n.1, p.197-204, 2001.
- Deresz, F., et al. Influência de estratégias de manejo em pastagem de capim-elefante na produção de leite de vacas Holandês x Zebu. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.53, n.4, p.482-491, 2001.
- Deresz, F.; et al. Produção de leite de vacas mestiças holandesas X zebu, em pastagem de capim-elefante com diferentes cargas. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17. **Anais...** Lavras p. 232. 1992.
- Deresz, F.; Mozzer, O.L. Produção de leite em pastagem de capim- elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM- ELEFANTE, Juiz de Fora, MG, 1990. **Anais.** Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA- CNPGL, 1990. p.155-172.
- Deresz, F.et al. Utilização do Capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) para a produção e manejo das pastagens e produção de leite a pasto Página 14 de

- 16 leite. In: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, **Anais...** p. 183-200, abril 1994.
- Dhiman, T.R. et al. 1997. Supplementation of roasted soybeans to dairy cows on pasture. **Research Summaries**. US Dairy Research Forage Center - WI.USA. p.90.
- Dillon, P., et al. 1997. Effect of concentrate supplementation of grazing dairy cows in early lactation on milk production and milk processing quality. **Irish J. Agric. Food Res.** 36:145-159.
- Ehrlich, W. K., et al. Use of whole cotton seed as a dietary supplement for grazing dairy cows. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. 1993. 33:283-286.
- EMBRAPA-Gado de Leite. Relatório anual do projeto 06.0.94.203 - Aumento da eficiência dos sistemas de produção de leite a pasto, via utilização de forrageiras de alto potencial de produção. Coronel Pacheco. 1995.
- Euclides, V.P.B. Valor alimentício de espécies forrageiras do Gênero Panicum. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 12. 1995. Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995 p. 245-76.
- Fergusson, J.D.; et al. Infertility in dairy cattle fed a high percentage of protein degradable in the rumen. **Journal American Veterinary Association**, v.192, p.659-662, 1988.
- Fonseca, D.M. et al. Produção de leite em pastagem de capim- elefante sob diferentes períodos de ocupação dos piquetes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.5, p.848-856, 1998.
- Forbes, J.M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Walingford: CAB International, 1995. 532p.
- Forbes, T.D.A. Researching the plant-animal interface: The investigation on ingestive behaviour in grazing animals. **J. Anim. Sci.**, 66: 2369-2379, 1988.
- Galyean, M.L. and Goetsch, A.L. 1993. Utilization of forage fibre by ruminants. In: Jung, H.G. et al (ed). Forage cell wall structure and digestibility. United States Agricultural Research Service. Madison, WI. p. 33-72.
- García, S. C., et al. 2000. Sites of digestion and bacterial protein synthesis in dairy heifers fed fresh oats with or without corn or barley grain. **J. Dairy Sci.** 83:746-755.
- Garnsworthy, P. C. 1990. Feeding calcium salts of fatty acids in highstarch or high-fibre compound supplements to lactating cows at grass. **Anim. Prod.** 51:441-447.
- Gibb, M. J., et al. 2002. Effects of level of concentrate supplementation on grazing behaviour and performance by lactating dairy cows grazing continuously stocked grass swards. **Anim. Sci.** 74:319-335.
- Gomes, S.T. Cadeia agroindustrial do leite no Mercosul. In: **Vieira, W., Carvalho, F. (eds.). Agronegócio e desenvolvimento econômico**. Viçosa: UFV, 1997. p.155-175.