



**PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.**

### **Ambiente ruminal de vacas leiteiras em pastejo intensivo**

---

André Moraes Moura<sup>1</sup>, Carlos Giovanni Pancoti<sup>2\*</sup>, Raphael de Castro Mourão<sup>2</sup>,  
Ronaldo Braga Reis<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

<sup>2</sup> Doutorando em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, Bolsista do CNPq

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

\*E-mail para contato: [cgpancoti@yahoo.com.br](mailto:cgpancoti@yahoo.com.br)

---

#### **Resumo**

A produção de leite em pastagens tropicais manejadas intensivamente tem se mostrado uma alternativa promissora, devido às altas produções das forrageiras tropicais. Entretanto o manejo intensivo destas forrageiras confere às elas teores elevados de proteína bruta, com alta degradabilidade, associado a baixos teores de carboidratos não fibrosos. Isso interfere no ambiente ruminal, na eficiência de utilização dos nutrientes e na produção animal. Foi realizada uma revisão com o objetivo de avaliar estratégias para manipulação do ambiente ruminal de vacas leiteiras em pastejo intensivo. Neste contexto a suplementação energética com carboidratos não fibrosos parece ser a

estratégia mais apropriada, porém são necessários mais estudos para que se conheça o aporte ótimo de suplemento em cada nível de produção.

**Palavras-chave:** Forrageiras tropicais, otimização, ruminante, suplementação

## **Environment rumen of dairy cows grazing intensive**

### **Abstract**

Milk production in intensively managed tropical pastures has shown a promising alternative, due to high yields of tropical forages. However, the intensive management of these forages gives them high levels of crude protein, high degradability, associated with low levels of non-fiber carbohydrates. It interferes in the rumen, efficiency of nutrient utilization and animal production. The aim of this review was to evaluate strategies for manipulating the rumen of dairy cows in intensive grazing. In this context, energy supplementation with non-fiber carbohydrates seems to be the most appropriate strategy, but further studies are needed to understand the optimal intake of supplement at each level of production.

**Keywords:** Optimization, ruminant, supplementation, tropical forages

### **1- Introdução**

Forragens tropicais têm alto potencial de produção de matéria seca (MS). Taxas de acúmulo de forragem superiores a 100 kg de MS/ha/dia têm sido relatadas para diversas espécies forrageiras tropicais manejadas intensivamente durante o período das águas (Corsi, 1990). Esse grande potencial de produção forrageira possibilita a exploração intensiva dessas espécies, com taxas de lotação entre 4 e 5 UA/ha, durante 150 a 210 dias da estação chuvosa e quente do ano, na maior parte do Brasil central (Corsi, 1986; Correia, 2006; Ramalho, 2006; Costa, 2007).

Visando a garantia de alta produção de forragem com elevado valor nutritivo e eficiência de pastejo, deve-se combinar altas doses de adubação nitrogenada e menores intervalos entre pastejos (Da Silva e Corsi, 2003). Isso confere à

forageira elevado teor de proteína bruta, variando de 13 a 22%, com alta degradabilidade ruminal, associados a baixos teores de carboidratos não fibrosos, limitando o uso eficiente do nitrogênio (N) pelos microrganismos ruminais (Santos et al., 2007).

Os pastos tropicais podem, potencialmente, suportar produções diárias de leite de cerca de 12 a 15 kg/vaca, sem suplementação (Aguilar, 2001). Para produções superiores torna-se necessária a incorporação de suplementos concentrados.

A suplementação com ênfase no efeito aditivo ou combinado, ou seja, visando a correção das deficiências nutricionais dos animais em pastejo, de tal forma a obter aumento no consumo de matéria seca e na digestibilidade é uma estratégia para elevar a eficiência da utilização de gramíneas tropicais (Reis et al., 2005).

O ruminante é capaz de transformar alimentos ricos em fibra, como as pastagens, em produtos de alto valor nutricional e econômico. Isto é possível graças à presença da microbiota ruminal, que permite a digestão de carboidratos fibrosos e a produção de proteína microbiana, utilizada nos processos de biosíntese do animal (Mota, 2006).

Para alcançar produções desejáveis, com o mínimo impacto ambiental, o ambiente ruminal deve ser otimizado de modo a refletir positivamente no consumo, digestibilidade da pastagem e máxima produção de proteína microbiana. Este ajuste tem sido perseguido pelos nutricionistas por meio da avaliação de parâmetros do rúmen, que proporcionam o acompanhamento nutricional da dieta e sua fermentação, tais como: pH, nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ) e os ácidos graxos voláteis (AGV's) (Mota, 2006).

De acordo com Vasquez (2002) o conhecimento dos parâmetros ruminais permite a avaliação das condições em que se encontra o ambiente ruminal durante a fermentação do alimento ingerido.

Neste contexto, o manejo da suplementação tem papel importante na interferência do ambiente ruminal, e o conhecimento de como o suplemento interfere neste ambiente é imprescindível para a formulação de suplementos

que venham a otimizar o desempenho animal em pastagens tropicais manejadas intensivamente.

O objetivo desta revisão é avaliar estratégias para manipulação do ambiente ruminal de vacas leiteiras em pastejo intensivo.

## **2- Revisão de literatura**

### **2.1- Ambiente Ruminal**

Segundo Van Soest (1994), o ambiente ruminal representa a relação entre o valor do pH, da concentração de nitrogênio-amoniaco ( $N-NH_3$ , mg/dl), da concentração total de ácidos graxos voláteis (mM AGV's) e da relação molar entre acetato e propionato (A:P) no fluido ruminal. Na tabela 1 estão representadas as principais características do compartimento fermentativo rúmen-retículo (Mackie, 1997).

Tabela 1- Características e respectivos intervalos de variação do ambiente rúmen-retículo

Características	Intervalos de variação
pH	5,5 – 6,9
Temperatura	38 – 41 °C
Matéria seca	10 – 18 %
Acetato	60 – 90 mM
Propionato	15 – 30 mM
Butirato	10 – 25 mM
Lactato	< 10mM
Amônia	2 – 12 mM
Potencial redox	-250 a -450 mV

Fonte: Adaptado de Mackie, (1997).

### **2.2 - pH ruminal**

O pH ruminal está diretamente relacionado com os produtos finais da fermentação, principalmente os ácidos orgânicos voláteis (Church, 1979). A acidificação do ambiente ruminal, demonstrada pelo abaixamento do pH ocorre

principalmente, em virtude de elevadas taxas de degradação da matéria seca, atingindo seu menor valor entre 0,5 e 4 horas após a alimentação (Orskov, 1986).

O pH ruminal é um importante parâmetro a ser avaliado, pois reflete diretamente as características da dieta, qualquer alteração reflete na taxa de crescimento das bactérias e dos protozoários, podendo, dessa forma, ocorrer variações nas espécies de microrganismos predominantes no rúmen (Lavezzo, 1998). A faixa de pH para que haja atividade microbiana normal no rúmen é de  $6,7 \pm 0,5$  (Van Soest, 1994).

Hobson (1988) afirmou que o pH é o fator mais variável do ecossistema ruminal, sendo capaz de interferir fortemente na população microbiana, pois a eficiência de crescimento de bactérias predominantes depende muito deste parâmetro, pois são bastante sensíveis ao ambiente com pH inferior a 6,0.

Dietas formuladas para ruminantes com a presença de amido reduzem a digestão das fibras por vários eventos, destacando a preferência dos microrganismos ruminais por estes carboidratos, cuja degradação favorece a redução do pH ruminal inibindo os microrganismos celulolíticos e afetando a síntese de proteína microbiana. Mesmo moderadas reduções no pH, para valores abaixo de 6,2, proporcionam exacerbada depressão na digestão da fibra quando existe presença de amido. Mas, para valores de pH abaixo de 6,0, redução do pH deprime os microrganismos celulolíticos e limita severamente a digestão da fibra (Mould e Orskov, 1984)

Em um pH de 5,8, a quantidade de micróbios associados a partículas de fibra é reduzida 43%, quando comparada com pH entre 6,2 a 7,0, e observa-se um decréscimo de 15% no total de microrganismos (Shriver et al., 1986).

Grant e Mertens (1992), estudando o efeito do pH e da adição de amido na dinâmica de digestão da fração fibrosa de alimentos volumosos, conduziram um ensaio *in vitro* com diferentes tempos de incubação e valores de pH tamponado (5,8; 6,2 e 6,8). Na tabela 2 são apresentados os resultados da fase Lag e taxa de degradação dos tratamentos experimentais.

Os autores observaram que, com o declínio do pH de 6,2 para 5,8 com ou sem adição de amido, ocorreu aumento no tempo de colonização e redução na taxa de degradação da FDN das amostras incubadas. Ao mesmo tempo, a simples adição de amido no meio, fazendo a manutenção do pH com soluções tampão, reduziu o tempo de colonização sem diminuir a taxa de degradação da FDN das forragens incubadas (*Medicago sativa* e *Bromus inermis*).

Tabela 2 – Fase lag (h) e Taxa de degradação (/h) em função do pH e presença ou não de amido.

Forragem	Amido	pH	Parâmetros da Digestão	
			Lag (h)	Taxa (/h)
Alfafa	-	5,8	4,81 <sup>b</sup>	0,062 <sup>c</sup>
	-	6,2	4,83 <sup>b</sup>	0,112 <sup>a</sup>
	-	6,8	4,12 <sup>b</sup>	0,106 <sup>a</sup>
	+	5,8	7,06 <sup>a</sup>	0,066 <sup>c</sup>
	+	6,2	2,65 <sup>c</sup>	0,08 <sup>bc</sup>
	+	6,8	1,80 <sup>c</sup>	0,09 <sup>ab</sup>
Capim-cevadilha	-	5,8	9,90 <sup>a</sup>	0,050 <sup>a</sup>
	-	6,2	5,05 <sup>bc</sup>	0,057 <sup>a</sup>
	-	6,8	4,58 <sup>c</sup>	0,066 <sup>a</sup>
	+	5,8	7,01 <sup>b</sup>	0,032 <sup>b</sup>
	+	6,2	3,59 <sup>c</sup>	0,055 <sup>a</sup>
	+	6,8	3,59 <sup>c</sup>	0,062 <sup>a</sup>
Silagem de Milho	-	5,8	8,56 <sup>a</sup>	0,033 <sup>c</sup>
	-	6,2	4,68 <sup>b</sup>	0,06 <sup>a</sup>
	-	6,8	2,47 <sup>c</sup>	0,045 <sup>bc</sup>

Valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna diferem ( $P < 0,05$ ) entre si para o teste t. Fonte: Adaptado de Grant e Mertens (1992).

Kolver e de Veth (2002) conduziram uma análise de dados reunidos a partir de 26 estudos de 6 países diferentes, com vacas leiteiras em lactação alimentadas com dietas predominantemente de pastagens. O objetivo foi estabelecer a relação entre o pH do fluido ruminal e a resposta animal, com ou sem suplementação concentrada, sob pastejo.

Neste estudo vacas que receberam suplementação concentrada sob pastejo obtiveram reduções no pH ruminal, este fato já era esperado devido ao

aumento de carboidratos não fibrosos na dieta, porém vacas que o pH ruminal variou entre 5,8 e 6,2, obtiveram melhores desempenhos, contradizendo relatos da literatura sobre a redução da digestão da fibra e crescimento microbiano quando o pH é menor que 6,2. Foi nesta faixa de pH que se observaram maiores fluxos de nitrogênio de origem microbiana para o duodeno, maiores produções leiteiras e maiores concentrações de ácidos graxos voláteis no rúmen como mostram as figuras abaixo.

Somente o baixo valor de pH, não necessariamente provocaria efeito negativo nos parâmetros de degradação da fibra e crescimento microbiano no rúmen, assim mais importante que o pH ruminal final, é a concentração de ácido láctico e o tempo que o pH fica abaixo de 5,8 (Kolver e de Veth, 2002).

Estes autores propuseram então que a degradabilidade ruminal dos alimentos de alta qualidade é menos comprometida pelo baixo pH do que aqueles alimentos de baixa qualidade,. Além disso, o baixo pH encontrado em vacas sob pastejo está mais relacionado à produção intensiva de AGV's do que para a produção de ácido láctico, que seleciona negativamente a microbiota celulolítica e talvez a degradação microbiana preferencial de amido em vez de fibra não ocorre em dietas ricas em pastagens.

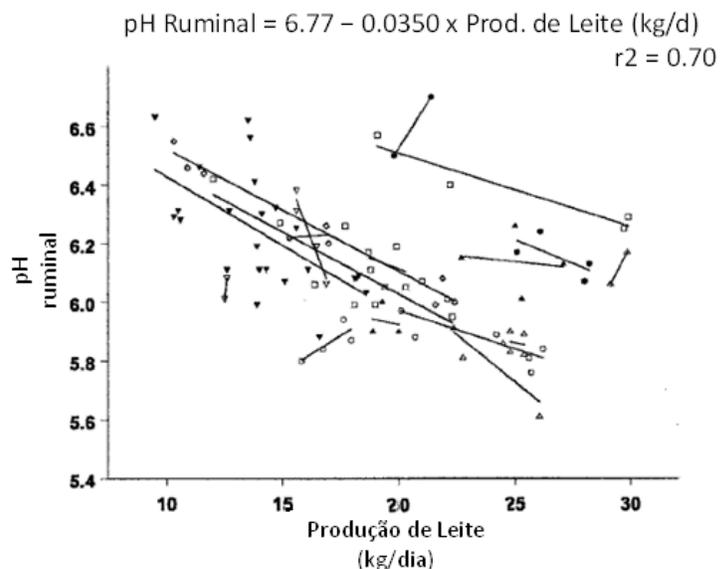


Figura 1 – Relação entre o pH ruminal e produção de leite em estudos utilizando vacas leiteiras alimentadas à base de pasto.

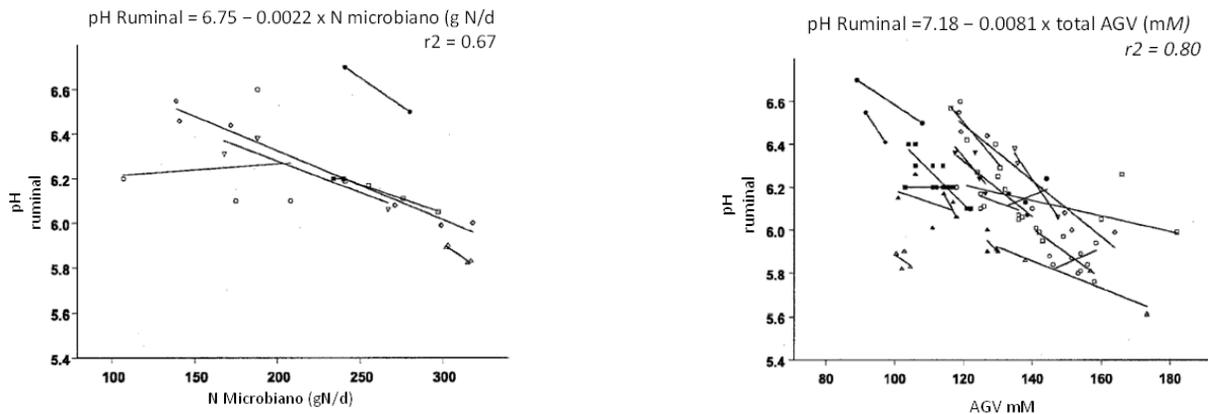


Figura 2 e 3 – Relação entre o pH ruminal e as variáveis fluxo de nitrogênio microbiano para o duodeno e concentração total de ácidos graxos voláteis em estudos utilizando vacas leiteiras canuladas e alimentadas à base de pasto.

García (2007), estudando fontes e processamento de carboidratos na suplementação de vacas em pastejo, observou um pH médio do rúmen inferior quando a fonte era silagem de grão úmido de milho, em comparação ao grão de milho seco, da mesma forma, vacas suplementadas com polpa cítrica apresentaram pH médio ruminal inferior às com grão de milho seco moído. Também foi relatado menores valores de pH quando foi associado milho seco moído e popa cítrica.

Existe interação entre quantidade, tipo de suplemento, ingestão de matéria seca (IMS), qualidade da forragem e o comportamento do pH ruminal (Bargo et al., 2002). Observa-se redução do pH ruminal em vacas leiteiras em pastejo e suplementadas com concentrado, em quantidade superior a 8 kg de MS/d (Bargo et al., 2003a).

Ao aumentar o fornecimento de concentrado de 5 para 10 kg MS/d, a redução do pH ruminal foi verificada por Sayears (1999), entretanto, ao aumentar a quantidade de concentrado na dieta de 5,6 para 8,4 kg MS/d o pH não foi alterado (Jones-Endsley et al., 1997).

Tabela 3 – Valores médios de pH, concentrações médias de AGV totais, acetato, propionato, butirato e N-amoniaco, relação acetato/propionato do fluido ruminal de vacas em lactação em pastagem de capim elefante suplementada com diferentes fontes de carboidratos.

	Tratamentos <sup>1</sup>				Contrastes		
	MG	MP	PC	UM	MGxMU	MGxPC	MP x (MG+PC)
pH	6,37	6,23	6,27	6,17	<0,01	0,01	<0,01
Acetato (mM)	104,8	119,8	92,8	105,2	0,95	0,05	<0,01
Prop. (mM)	37,2	40,6	31,5	42,9	<0,01	<0,01	<0,01
Butirato (mM)	7,8	9,4	6,6	7,7	0,83	<0,01	<0,01
AGV (mM)	149,9	169,9	131,0	155,8	0,45	0,02	<0,01
Acet./Prop.	2,86	2,92	3,07	2,57	0,04	0,14	0,73
N-NH <sub>3</sub> (mg/dl)	20,80	18,60	16,85	17,11	<0,01	<0,01	0,79

<sup>1</sup> MG (milho grão seco moído); MP (milho grão seco moído mais polpa de citrus); PC (polpa de citrus); MU (silagem de grão úmido de milho) Fonte: García (2007).

De Sousa (2006) observou a redução do pH ruminal para vacas suplementadas com 4, 6 e 8 Kg de concentrado/dia, porém, observou também o aumento no consumo de MS e FDN do pasto a medida em que se aumentou o concentrado, indicando interferência benéfica no ambiente ruminal.

Tabela 4 – Consumo de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN), total ou de pastagem, expressos em porcentagem do peso vivo (%PV) e valores de pH ruminal de vacas leiteiras em pastejo suplementadas com diferentes quantidades de concentrado

	Quantidades diárias de concentrado kg/dia		
	4	6	8
pH	6,67 <sup>a</sup>	6,59 <sup>b</sup>	6,43 <sup>c</sup>
Pasto			
Consumo MS %PV	1,81 <sup>b</sup>	1,79 <sup>b</sup>	2,03 <sup>a</sup>
Consumo FDN %PV	1,05 <sup>b</sup>	1,03 <sup>b</sup>	1,17 <sup>a</sup>
TOTAL			
Consumo MS %PV	2,48 <sup>c</sup>	2,79 <sup>b</sup>	3,42 <sup>a</sup>
Consumo FDN %PV	1,19 <sup>b</sup>	1,25 <sup>b</sup>	1,47 <sup>a</sup>

Valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem entre si (P<0,05), Teste t. Fonte: Adaptado de De Sousa, (2006).

Reis e Combs (2000) avaliaram o efeito da suplementação com concentrado à base de milho para vacas em pastejo, suplementadas com 0, 5 e 10 kg de matéria seca / dia.

O aumento na quantidade de concentrado da dieta foi associado linearmente ao aumento da produção de leite e redução do percentual de gordura e nitrogênio uréico no leite. O Consumo e a digestibilidade da matéria seca aumentou com a crescente suplementação de grãos, enquanto o pH ruminal não foi afetado. A ausência de variação no pH, foi justificada em função do forte tamponamento do conteúdo ruminal de animais em pastagens, pela secreção de saliva abundante, apesar da extensa produção de AGV. O consumo de FDN da dieta, que continha 10 kg de suplemento, foi de 25,9% na matéria seca.

O consumo adequado de fibra é essencial para a manutenção do equilíbrio do ambiente ruminal. Quando os teores mínimos de fibra não são atendidos vários distúrbios metabólicos podem manifestar-se, como acidose, deslocamento de abomaso, e depressão no teor de gordura do leite. Em situações comuns de alimentação, tamponantes ruminais podem ajudar, mas não podem substituir o ajuste adequado dos níveis de fibra na dieta. Além de estimular a vaca a ruminar e produzir aproximadamente cerca de 3 a 4 litros de saliva para cada litro de leite, a fibra diminui a taxa da degradação de carboidratos e ajudam a formar uma sólida rede no rúmen, chamada mat ruminal, que reter partículas no rúmen por tempo suficiente para uma digestão ruminal adequada. (Firkins, 2002).

A formulação de dietas baseadas na fibra em detergente neutro (FDN) como porcentagem da matéria seca (MS) da ração tem sido recomendada pelo (NRC 2001), com uma concentração mínima de 25% de FDN, sendo que 19% da FDN total deve ser oriunda de forragem.

### **2.3 - Nitrogênio amoniacal no rúmen**

O nitrogênio presente no rúmen é oriundo do nitrogênio não-protéico (NNP) presente na dieta, ou da saliva na forma de uréia, ou ainda do metabolismo das proteínas de origem alimentar ou endógenas (Van Soest, 1994).

Santos et al. (2001) relataram que o comportamento de incorporação de aminoácidos na proteína microbiana não é homogêneo em toda a flora ruminal. O processo de captação de nitrogênio do meio, na forma de amônia, é realizado por dois mecanismos enzimáticos: da glutamato desidrogenase, que não requer energia; e o da glutamamina sintetase, que exige ATP, (para cada mole de amônia fixada há a utilização de 1 mole de ATP), e é amplamente utilizado em baixas concentrações de amônia no meio (Erfle et al., 1977). Desta forma, a amônia liberada, no processo de fermentação de aminoácidos, juntamente com o N amoniacal presente no meio, pode ser incorporada novamente ao processo, na forma de proteína. Porém, em condições de pastejo de forragens tropicais intensivamente manejadas, a produção de amônia no rúmen, muitas vezes, excede a sua capacidade de utilização, podendo acumular amônia no ambiente ruminal. A amônia acumulada no rúmen posteriormente é removida do ambiente ruminal via difusão, onde pode ser reciclada em parte retornando ao rúmen via saliva ou ser perdida, na urina como uréia (Coelho da Silva, 1992). Quanto maior for a degradabilidade da proteína da dieta, maior será a produção de amônia e, maiores serão as perdas urinárias de compostos nitrogenados na forma de uréia (Russel et al., 1992),

A concentração de amônia no líquido ruminal é conseqüência do equilíbrio entre sua produção, utilização pelos microrganismos e absorção pela parede ruminal, sendo que a utilização pelos microrganismos depende da quantidade de energia disponível (Ribeiro et al., 2001).

A determinação das concentrações de amônia permite o conhecimento do desbalanceamento na digestão de proteína, pois, quando ocorrem altas concentrações de amônia, pode estar havendo excesso de proteína dietética degradada no rúmen e, ou, baixa concentração de carboidratos degradados no

rúmen (Ribeiro et al., 2001). Concentrações mais altas de amônia podem ser necessárias para sustentar máximas taxas de digestão de carboidratos rapidamente degradáveis (Hespell e Bryant, 1979).

Collins e Pritchard (1992) verificaram que concentrações de 5 a 8 mg de N-NH<sub>3</sub>/100 mL no líquido ruminal são suficientes para suportar a taxa máxima de crescimento das bactérias ruminais. Entretanto, estudos sugerem que a concentração de amônia para a máxima síntese de proteína microbiana pode ser de 15 a 20 mg N-NH<sub>3</sub>/100 mL de fluido, dependendo da dieta (Leng e Nolan, 1984).

A suplementação de concentrado tem efeito consistente na fermentação ruminal e proporciona uma redução da concentração de N-NH<sub>3</sub>. Bargo et al. (2003a), em revisão literária, observaram redução significativa na concentração de N-NH<sub>3</sub>, após a suplementação. A redução do N-NH<sub>3</sub> ruminal pode estar associada à captura do N-NH<sub>3</sub> da PB de alta degradabilidade ruminal do pasto (Van Vuuren et al., 1986; Jones-Endsley et al., 1997; Sayers, 1999; Bargo et al., 2002; Reis e Combs, 2000).

De Sousa (2006) observou aumento do N-NH<sub>3</sub> (11,09, 12,27 e 15,04 mg/dL) no líquido ruminal para vacas suplementadas com 4, 6 e 8 kg/dia de concentrado respectivamente, este aumento está relacionado ao aumento do consumo de PB com a suplementação, uma vez que o suplemento era único com 19,8% PB.

Para condições de pastagens intensivas onde a forrageira possui teores de 13 a 22 % PB com alta degradabilidade ruminal, associado a baixos teores de carboidratos não fibrosos, a suplementação mais coerente seria rica em carboidratos não fibrosos (CNF) de fácil e rápida degradação (amido, sacarose, frutanas).

García (2007) observou que vacas em pastejo suplementadas com polpa cítrica ou silagem de grão úmido obtiveram menor N-NH<sub>3</sub> do que vacas suplementadas com milho moído seco conforme aparece na tabela 3.

Reduções na concentração ruminal de amônia, sob níveis elevados de ingestão de concentrado, são provavelmente influenciadas pela capacidade das

bactérias ruminais em utilizar grandes quantidades de amônia devido a um aumento da oferta de matéria orgânica fermentável (Reis & Combs, 2000).

#### **2.4 - Ácidos graxos voláteis ruminais**

A fermentação anaeróbia que ocorre durante o metabolismo dos carboidratos no rúmen, efetuado pela população microbiana, converte os carboidratos em ácidos graxos de cadeia curta, formando principalmente os ácidos, acético, propiônico e butírico (Lucci, 1997). Estes ácidos constituem a maior fonte de energia para os ruminantes, considerando que somente uma pequena parte dos carboidratos escapa à degradação no rúmen, após serem ingeridos pelos animais.

Owens e Goetsch (1988) relataram que com dietas à base de forragens, os ácidos graxos voláteis (AGV's) suprem cerca de 50-85% da energia metabolizável usada pelos ruminantes. A capacidade de absorção de AGVs é cerca de nove vezes a exigência de manutenção de vacas em lactação, por conseguinte, a absorção não é o fator limitante no metabolismo.

A proporção relativa dos diferentes AGV's produzidos varia amplamente, dependendo dos componentes químicos degradados e do pH ruminal (Mota, 2006). Maiores proporções de acetato são produzidos na degradação da celulose e hemicelulose, enquanto que a degradação dos carboidratos solúveis da planta (amido e açúcares) resulta em maiores produções de propionato. A proporção molar típica dos AGVs, produzidos quando o animal é alimentado basicamente de forragens, é de 73:20:7 (acetato; propionato; butirato), comparado com 60:30:10 em misturas de concentrado e forragens, e 50:40:10 em dietas compostas exclusivamente por alimentos concentrados (Black, 1990). Milford & Haydock, (1965) relataram que a proporção de AGV varia também com o tipo de forragem oferecida e seu estágio de maturação.

Campos et al., (2007), estudando a fermentação ruminal de vacas leiteiras suplementadas com quatro quilos de concentrado e pastejando piquetes de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) (NAP), braquiária (*Brachiaria decumbens*) (BRA) ou colonião (*Panicum maximum*) (COL), encontraram que

animais alimentados com NAP e COL apresentaram concentrações de acetato similares (105,4 e 109,7 mmol/l), no entanto, superiores aos alimentados com BRA (96,2 mmol/l). Os valores de pH e N-NH<sub>3</sub> foram semelhantes sendo observadas médias de 6,23 e 27,7 mg/100 ml respectivamente. Concluiu-se que quando bem manejadas, as forragens tropicais tendem a apresentar parâmetros de fermentação ruminal semelhantes.

O principal precursor de glicose no organismo do ruminante é o propionato, que pode fornecer cerca de 75% da glicose sintetizada pelo fígado. (Kosloski, 2002). A produção de leite é determinada pela quantidade de lactose produzida pelo animal, que por sua vez é sintetizada a partir da glicose. Conseqüentemente, fatores da dieta que estimulam a produção de ácido propiônico ou alteram a relação acetato/propionato interferem na produção de leite (Kennelly, 2000).

Com o aumento progressivo de alimento concentrado facilmente degradado, observa-se redução na proporção molar de acetato e aumento na de propionato, fazendo com que a relação molar entre acetato e propionato (A:P), geralmente de 3:1 até 4:1, reduza para 2,5 ou 2:1 (Reis, 1998). Segundo Hungate (1966), à medida que a proporção de propionato aumenta em relação à de acetato (reduzindo a relação A:P), dentro de valores considerados normais, a eficiência da fermentação retículo-ruminal aumenta, influenciada pelo balanço estequiométrico da fermentação.

García (2007), estudou a suplementação de vacas em pastejo com diferentes fontes de carboidrato: milho grão seco moído (MG), polpa de citrus mais milho grão seco moído (MP), polpa de citrus (PC) e silagem de grão úmido de milho (MU). Não foi detectada diferença na produção de leite, entretanto, vacas que receberam MG e MU, apresentaram maior porcentagem de proteína e sólidos totais no leite (2,96 e 2,88%,  $P < 0,05$ ), enquanto que vacas que receberam PC apresentaram maior porcentagem de gordura (3,59 e 3,34%  $P < 0,05$ ). Vacas que consumiram MU apresentaram maior concentração de propionato e menor relação acetato/propionato conforme a tabela 3. Este trabalho evidenciou que

mesmo alimentos concentrados podem ser fermentados de diferentes formas dependendo do carboidrato predominante no alimento.

O impacto da suplementação na digestão das fibras, fermentação ruminal e produção de leite, foi avaliado em vacas leiteiras pastejando forrageiras temperadas (Reis e Combs, 2000). As vacas foram suplementadas com 0,0; 5,0 e 10,0 kg de MS/dia de concentrado à base de milho. O aumento de suplemento na dieta aumentou consumo de energia metabolizável, sem deprimir o consumo de MS total. Isto foi associado com um aumento na produção de propionato no rúmen, de leite e porcentagem de proteína do leite. O consumo e digestibilidade da MS e MO foram positivamente influenciados pela suplementação.

Tabela 5 – Produção e composição do leite, consumo (C) e digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) e parâmetros ruminiais de vacas em pastagens temperadas

	Tratamento		
	C0	C5	C10
<b>Produção e composição</b>			
Leite kg/d	21,80 <sup>c</sup>	26,80 <sup>b</sup>	30,40 <sup>a</sup>
Gordura%	3,89 <sup>a</sup>	3,50 <sup>b</sup>	3,08 <sup>c</sup>
gordura kg/d	0,88 <sup>a</sup>	0,183 <sup>ab</sup>	0,75 <sup>b</sup>
Proteína %	2,85 <sup>c</sup>	2,95 <sup>b</sup>	3,05 <sup>a</sup>
Proteína kg/g	0,62 <sup>c</sup>	0,79 <sup>b</sup>	0,93 <sup>a</sup>
<b>Consumo</b>			
MS	13,90 <sup>c</sup>	17,70 <sup>b</sup>	19,80 <sup>a</sup>
MS pasto	13,90 <sup>a</sup>	12,70 <sup>a</sup>	9,77 <sup>b</sup>
DMS	51,90 <sup>b</sup>	59,50 <sup>a</sup>	62,70 <sup>a</sup>
<b>Rúmen</b>			
pH	6,63	6,72	6,69
NH <sub>3</sub>	13,20 <sup>a</sup>	10,40 <sup>b</sup>	8,13 <sup>c</sup>
Acetato	65,70	63,10	64,20
Propionato	17,80 <sup>b</sup>	19,90 <sup>b</sup>	23,9 <sup>a</sup>
Butirato	9,96	10,90	11,30
AGV total	98,70	99,00	104,00
A/P	3,83 <sup>a</sup>	3,34 <sup>b</sup>	2,83 <sup>c</sup>

Valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna diferem (P<0,05) entre si para o teste t. Fonte: Adaptado de (Reis e Combs, 2000).

### **3- Considerações finais**

As forrageiras tropicais apresentam elevado potencial de produção de matéria seca, contudo, suas características químicas e físicas não permitem explorar a plenitude do potencial dos animais em pastejo, quando consumidas exclusivamente, mesmo quando manejadas intensivamente.

A suplementação, principalmente energética, parece ser uma estratégia apropriada para elevar a eficiência da utilização de gramíneas tropicais. Entretanto, a intensificação nos sistemas de produção animal tem levado a um aumento do risco de aparecimento de distúrbios metabólicos nos rebanhos leiteiros, uma vez que o desafio imposto pela maior produtividade favorece o desequilíbrio entre o aporte de nutrientes no organismo e a capacidade de metabolização desses componentes. Neste contexto, é importante respeitar aportes de suplementos que não interfiram negativamente no ambiente ruminal.

### **Referências Bibliográficas**

- AGUIAR, A. P. A. Sustentabilidade técnica, econômica e social dos sistemas de produção de leite a pasto. In: SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO, 3 Minas Leite Juiz de Fora, 2001. **Anais...** EMBRAPA, CNPGL, 2001 .p.27-60.
- BARGO, F., MULLER, L.D., DELAHOY, J.E. *et al.* Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowance. **Journal of Dairy Science**. v.85, p.1777-1792, 2002.
- BARGO, F., MULLER, L.D., KOLVER, E.S. *et al.* Invited review: Production and digestion supplemented dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**. v.86, p.1-42, 2003a.
- BARGO, F., VARGA, G.A., MULLER, L.D. *et al.* Pasture intake and substitution rate effects on nutrient digestion and nitrogen metabolism during continuous culture fermentation. **Journal of Dairy Science**. v.86, p.1330-1340, 2003b.
- BLACK, J. L. **Nutrition of the grazing ruminant**. Society of animal Production, v.50, p.07-27. 1990.
- CAMPOS, W.E., BENEDETTI, E., RODRÍGUEZ, N.M., SALIBA, E.S., BORGES, A.L.C.C., LACHICA LOPES, M. Cinética ruminal de vacas leiteiras a pasto consumindo diferentes gramíneas tropicais. **Archivos de Zootecnia** vol. 56, núm. 216, p. 830-837. 2007
- CHURCH, D.C. **Digestive physiology and nutrition of ruminants**. vol. 1 – Digestive Physiology. 3. ed. Oxford Press Inc. 1979. 350p.
- COELHO DA SILVA; J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livrocetes, 1979, 384p.

CORREIA, P. S. **Estratégias de suplementação de bovinos de corte em pastagens durante o período das águas**. Piracicaba, 2006. 333p. Dissertação (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

COLLINS, R.M., PRITCHARD, R.H. Alternate day supplementation of corn gluten meal fed to ruminants. **Journal Animal Science**, v.70, p.3899-3908. 1992.

CORSI, M. Pastagens de alta produtividade. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p.499- 12.

CORSI, M. **Produção e qualidade de forragens tropicais**. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Pastagens. Piracicaba: Fealq, 1990,p. 69- 88

COSTA, D.F.A. **Respostas de bovinos de corte à suplementação energética em pastos de capim Marandu submetidos a intensidades de pastejo rotativo durante o verão**. Piracicaba, 2007. 98p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo.

DA SILVA, S.C.; Corsi, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 155-186.

DE SOUSA, B. M.; **Consumo e ambiente ruminal de vacas holandês-zebu em lactação sob pastejo de *brachiaia spp* suplementadas com diferentes quantidades de concentrado**. 2006. 78p. Tese (Doutorado). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

ERFLE, J. D., SAUER, F. D., MAHADEVAN, S. Effect of ammonia concentration on activity of enzymes of ammonia assimilation and on synthesis of amino acids by mixed rumen bacteria in continuous culture. **Journal of Dairy Science**, v.60, p.1064-1072, 1977.

FIRKINS J. L. Otimização da Fermentação Ruminal: **Tri-State Dairy Nutrition Conference**, Fort Wayne, Indiana, EUA, 2002.

GRANT, R.J., MERTENS, D.R. Influence of buffer pH and raw corn starch addition on in vitro fiber digestion kinetics. **Journal of Dairy Science**. v.75, p.2762-2768, 1992.

GARCÍA, G. A. G., **Desempenho de vacas leiteiras em pastagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) suplementadas com diferentes fontes de carboidratos**. 2007. 62p. Dissertação (Mestrado). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

HESPELL, R.B., BRYANT, M.P. Efficiency of rumen microbial growth: influence of some theoretical and experimental factors on YATP. **Journal Animal Science**, v.49, n.6, p.1640-1659. 1979.

HOBSON, P.N. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. London ; New York: Elsevier Applied Science, 1988. 527p.

HUNGATE, R.E. **The rumen and its microbes**. London: Academic Press Inc. 1966, 533p.

JONES-ENDSLEY, J. M.; CECAVA, M .J.; JOHNSON, T. R. Effects of dietary supplementation on nutrient digestion and the milk yield of intensively grazed lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.3283-3292, 1997.

KENNELLY, J.J. GLIMM, D.R., OZIMEK, L. **Milk composition in the cow**. Edmonton, Alberta: Faculty of Extension, University of Alberta, 2000. p. 1-20.

KOLVER, E.S., DE VETH, M.J. Prediction of ruminal pH from pasture-based diets. **Journal of Dairy Science**. v.85, n.5, p.1255-1266, 2002.

KOSLOSKI, G. V. **Bioquímica dos Ruminantes**. Editora UFSM, Santa Maria – RS, Brasil, 2002. 140p.

LAVEZZO, O.E.N.M., LAVEZZO, W., WECHSLER, F.S. Estádio de desenvolvimento do milho. 3. Avaliação de silagens por intermédio de parâmetros de fermentação ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.27, n.1, p.171-178. 1998.

LENG, R.A., NOLAN, I.V. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.5, p.1072-1089. 1984.

LUCCI, C. S. **Nutrição e Manejo de Bovinos Leiteiros**. 1a ed., São Paulo: Manole, 1997. 169 p.

MACKIE, R. Gut environment and evolution of mutualistic fermentative digestion. In: R. Mackie, B. A. White (ed.); *Gastrointestinal Microbiology*. New York, NY, **International Thompson Publishing**, 1997. p.13-38.

MILFORD, R.; HAYDOCK, K.P. The nutritive value of protein in subtropical pasture species grown in South-East Queensland. **Australian Journal Experimental Agriculture Animal Husb.**, Melbourne. v. 16, n.1, p. 13-17. 1965.

MOTA M.F. **Desempenho, parâmetros ruminais e taxa de passagem em vacas da raça holandesa em pastagem de coast-cross**. 2006. 148p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

MOULD, F.L.; ORSKOV, E. R. Manipulation of rumen fenid pH and influence on cellulose in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. **Animal Feed Science and Technology**, v.10, n.1, p.1-14, 1984.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th Ed. (rev.). Washington: National Academy Press, 2001. 381p.

ORSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1624-1633. 1986.

OWENS, F. N; GOETSCH. Ruminal Fermentation. In: CHURCH, D.C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. 1988. New Jersey: Prentice Hall, p.145-216. 1988.

RAMALHO, T. R. **Suplementação protéica ou energética para bovinos recriados em pastagens tropicais**. Piracicaba, Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo. 64p. 2006.

REIS, R. B.; COMBS, D. K. Effects of increasing levels of grain supplementation on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.2888-2898, 2000.

REIS, R.A.; MELO, G.M.P.; BERTIPAGLIA, L.M..A. ; OLIVEIRA, A.P. Otimização da utilização da forragem disponível através da suplementação estratégica. In: **VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES**. Jaboticabal: FUNEP, p.186-238. 2005.

RIBEIRO, K.G., *et al.* Consumo e digestibilidades aparentes total e parcial, de nutrientes, em bovinos recebendo rações contendo feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.533-540. 2001.

RUSSEL, J. B., *et al.* Net Carbohydrate and Protein System for evaluating cattle diets. In. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p.3551- 3561, 1992.

SANTOS, F. A. P.; COSTA, D. F. A. & GOULART, R. C. D. Suplementação de bovinos de corte em pastagens: conceitos atuais e aplicações In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 24., 2007 Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: Fealq, 2007, p.273 - 296

SANTOS, G. T.; CAVALIERI, F. L. B. ; MODESTO, E. C. Recentes avanços em nitrogênio não protéico na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO. Lavras, 2001. **Anais...** Lavras: UFLA – FAEPE, 298p. 2001.

SAYERS, H. J. The effect of sward characteristics and level and type of supplement on grazing behaviour, herbage intake and performance of lactating dairy cows. 1999. Thesis (PhD) - Queen's University of Belfast, **The Agricultural Research Institute of Northern Ireland**, Hillsborough, 1999.

SHRIVER, B. J. *et al.* Fermentation of a high concentrate diet as affected by ruminal pH and digesta flow. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.413, 1986.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p. 1994.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VAN VUUREN, A. M.; VAN DER KOELEN, J.; VROONS-DE BRUIN J. Influence of the level and composition of concentrate supplements on rumen fermentation patterns of grazing dairy cows. Neth. **Journal Agricultural Science**, v.34, p.457-467. 1986.