

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CAMPUS DE BOTUCATU

**FERMENTAÇÃO E DEGRADABILIDADE RUMINAL DE  
DIETAS COM NÍVEIS DE SAIS DE CÁLCIO DE  
ÁCIDOS GRAXOS EM BOVINOS DA RAÇA NELORE**

**Marcia Regina Coelho**

Tese apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia, como parte  
das exigências para obtenção do título  
de Doutor

**Botucatu-SP**  
Julho/ 2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CAMPUS DE BOTUCATU

**FERMENTAÇÃO E DEGRADABILIDADE RUMINAL DE DIETAS COM  
NÍVEIS DE SAIS DE CÁLCIO DE ÁCIDOS GRAXOS EM BOVINOS DA  
RAÇA NELORE**

Marcia Regina Coelho  
Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. ALEXANDRS SPERS  
CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. JOSÉ CARLOS MACHADO NOGUEIRA FILHO

Tese apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia, como parte  
das exigências para obtenção do título  
de Doutor

**Botucatu-SP**  
Julho/ 2004

## **Dedicatória**

Aos meus pais, Fernando Coelho “in memoriam” e Jacira Cândida Santana Coelho.

A vocês, que com amor não mediram esforços para que eu realizasse essa conquista, sempre incentivando meus sonhos e decisões, meu mais profundo amor.

## **Agradecimentos**

A Deus pelo dom da vida e da saúde que possibilitou a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Alexandrs Spers, pela orientação, amizade e incentivo nos momentos difíceis.

Aos meus pais, em especial à memória de meu pai Fernando Coelho, que, sempre me apoiou em todos os momentos, agradeço pelo exemplo de vida, e seu desejo de me ver Doutora que me deram forças para caminhar até o meu objetivo, profundas saudades.

À Gina M. Delgado e família, pela dedicação, carinho, apoio, incentivo em todos os momentos.

Aos professores Dr. José Carlos Machado Nogueira Filho e Paulo Roberto Leme, pelo apoio, amizade, incentivo e empenho em me ajudar durante todo o desenrolar desta pesquisa.

Aos professores Mário de Beni Arrigoni e Ciniro Costa, pela amizade, empenho e boa vontade em me auxiliar e às úteis sugestões na banca de Qualificação.

A FMVZ/UNESP, pela oportunidade de realização do curso de Pós-Graduação.

A CAPES pelo suporte financeiro da bolsa de auxílio durante o período de Doutorado.

A FZEA/USP, por ter cedido o local e os animais para a realização deste experimento e aos funcionários do setor de Fistulados, Ricardo Galeni e Manoel dos Santos, pela amizade, dedicação, esforço físico e ajuda com os animais na fase experimental.

Às funcionárias da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Posto de Serviço - Lageado, Carmen Silvia de Oliveira Pólo e Seila Cristina Cassineli Vieira, pela amizade, atenção e auxílio prestados.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da FZEA/USP em especial José Aparecido Cunha, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Catarina Abdala, Roseli S. Lacerda pelo apoio nas análises laboratoriais.

A UNIMAR, pelas rações cedidas, e Citrosuco pela doação da polpa cítrica.

À todos os meus amigos e irmãos de alma Sandrinha, Marcio, Angélica, Juliana, Saulo, Amaury, José Bento, Tatiana, Josete, Léo, Lú, Eveline, Dina, Laura, Sandro, Betinha etc.. não teria palavras para agradecê-los.

E a todos que diretamente ou indiretamente possibilitaram a execução desta Tese.

## SUMÁRIO

	PÁGINA
CAPÍTULO 1.....	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	2
1) Introdução.....	2
2) Revisão da Literatura.....	4
2.1) Considerações gerais sobre a utilização de lipídeos na dieta de ruminantes.....	4
2.2) Uso de sais de cálcio de ácidos graxos na dieta de ruminantes.....	8
2.3) Aspectos ligados ao meio ambiente ruminal.....	10
2.3.1) Influência do pH ruminal.....	10
2.3.2) Uréia plasmática.....	11
2.3.3) Amônia ruminal.....	11
2.4) Degradabilidade <i>in situ</i> e cinética ruminal.....	12
Referências Bibliográficas.....	16
CAPÍTULO 2.....	22
CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA, PH RUMINAL E URÉIA PLASMÁTICA EM BOVINOS DA RAÇA NELORE SUBMETIDOS À DIETAS COM NÍVEIS DE SAIS DE CÁLCIO DE ÁCIDOS GRAXOS	
Resumo.....	23
Abstract.....	24
Introdução.....	25
Material e Métodos.....	27
Resultados e discussão.....	29
Conclusões.....	33
Referências Bibliográficas.....	34
Tabelas.....	37
Figuras.....	38
CAPÍTULO 3.....	43
DEGRADABILIDADE <i>IN SITU</i> E CINÉTICA RUMINAL DE DIETAS COM NÍVEIS DE SAIS DE CÁLCIO DE ÁCIDOS GRAXOS EM BOVINOS DA RAÇA NELORE	
Resumo....	44
Abstract.....	45
Introdução.....	46
Material e Métodos.....	48
Resultados e discussão.....	53
Conclusões.....	58
Referências Bibliográficas.....	59
Tabelas.....	63
Figuras.....	64
CAPÍTULO 4.....	69
Implicações.....	70

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

### 1-Introdução

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, com aproximadamente 170 milhões de cabeças, das quais 80% do rebanho é constituído geneticamente por zebuínos, principalmente da raça Nelore (ANUALPEC, 2002).

Atualmente o Brasil é responsável por 15% da produção mundial de carne, sendo o maior exportador de carne do mundo (ANUALPEC, 2002). Para manter esta posição, é necessário continuar atendendo às exigências de mercado, ou seja, garantir um produto final de qualidade.

A raça Nelore, é bastante adaptada às condições tropicais, distribuindo-se por todo território brasileiro, e alcançando alta proporção em termos de rebanho. Segundo PINEDA (2000), esta grande expansão deve-se às características da raça, em termos de fertilidade, rusticidade, adaptabilidade ao ambiente tropical e adequação a um sistema de produção extensivo, porém, sua produtividade é inferior a outros genótipos principalmente em função de um manejo nutricional deficiente. Esses índices de produtividade podem ser alterados por meio de mudanças nas condições de manejo e na composição genética dos animais. Dentre os fatores de manejo, uma das alternativas para aumentar a produtividade seria o aumento da eficiência na utilização de alimentos, principalmente os de fonte energética.

Um dos alimentos energéticos mais comumente utilizados é o grão de milho, cujo principal componente é o amido, utilizado como matéria prima na composição dos concentrados fornecidos para bovinos em confinamento. Em pesquisas sobre o ganho de peso de bovinos, são comuns os valores reduzidos de ganho para os animais, devido à inadequada ingestão de energia acima da manutenção, para maximizar os ganhos e otimizar a terminação FOX & BLACK, (1984). Para aumentar a densidade energética da dieta de bovinos de corte em terminação, normalmente são utilizados cerca de 85 a

95% de grãos. Entretanto, esta excessiva quantidade de grãos na dieta pode aumentar a incidência de problemas metabólicos e de sanidade SWINGLE, (1995). Uma opção comercialmente viável para aumentar a densidade energética da dieta seria a de adicionar gordura à dieta.

A gordura é um nutriente mais energético do que os carboidratos e as proteínas, porém quantidades acima de 7% incluídas na dieta, parece limitar a degradação da fibra dietética. Esse fato ocorre em virtude da gordura aderir à superfície do alimento impedindo fisicamente a adesão microbiana à partícula e esta, por ser insaturada, é tóxica aos microrganismos ruminais (JENKINS, 1993).

Muitos trabalhos investigaram formas de inclusão de gordura nas dietas de ruminantes, de maneira que a gordura não afete negativamente a degradação e fermentação ruminal.

O uso da gordura protegida, vêm merecendo atenção especial, pois, além de ser uma fonte de energia em substituição ao lipídeo convencional, é uma alternativa de suplementação, sendo protegida do metabolismo microbiano e, subseqüentemente, digerida e absorvida no intestino delgado, reduzindo os problemas metabólicos oriundos do fornecimento de grandes quantidades de lipídeos, porém, os trabalhos sobre este tipo de suplementação são escassos na literatura, e ainda não se sabe qual é a influência da gordura protegida na fisiologia da digestão e, quais suas implicações, principalmente nos aspectos de metabolismo ruminal em bovinos da raça Nelore, por ser a mais representativa da pecuária de corte brasileira.

## 2. Revisão da Literatura

### 2.1. Considerações gerais sobre a utilização de lipídeos na dieta de ruminantes

Os lipídios são substâncias orgânicas gordurosas ou oleosas, insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos. São compostos de ácidos graxos, pertencentes em grande número a dois grupos: o dos ácidos graxos insaturados, que possuem uma ou mais duplas ligações, e dos ácidos graxos saturados, com apenas ligações simples (LEHNINGER, 1990). O estado de saturação ou insaturação é uma importante característica química, bem como nutricional (FRANCO, 2001).

Nos animais de estômago simples, a digestão e absorção dos lipídios da dieta ocorrem no intestino delgado. Nos ruminantes, a situação é diferente, devido às atividades dos microrganismos no retículo-rúmen. Assim, no metabolismo ruminal de lipídios, os maiores eventos no rúmen são a hidrólise e a hidrogenação dos lipídios dos alimentos e a síntese *de novo* dos lipídios celulares pela microbiota (KEENEY, 1970).

A proporção relativamente baixa de ácidos graxos insaturados na gordura dos ruminantes está associada ao metabolismo ruminal, além dos ácidos graxos endógenos e biossíntese de triacilglicerol. Ácidos graxos insaturados como o linolêico e linolênico não são sintetizados pelos tecidos de animais ruminantes, portanto são obtidos apenas pela dieta. Quando estes ácidos graxos, na forma de lipídios complexos, são ingeridos pelos ruminantes, os microrganismos do rúmen hidrolisam os lipídios e convertem os ácidos graxos insaturados para as formas saturadas. Assim, diferente dos monogástricos, o fornecimento de gordura na ração do ruminante, contendo predominantemente ácidos graxos insaturados, não aumenta significativamente o conteúdo destes ácidos nos lipídios dos tecidos ou do leite.

Ao entrar no rúmen, as dietas contendo lipídios são submetidas à hidrólise pelas lipases microbianas (HARFOOT & HAZLEWOOD, 1988). A

saliva do ruminante não possui atividade lipolítica, presumindo-se que os microrganismos do rúmen são os únicos responsáveis pela produção da lipase (GARTON *et al.* 1958).

O passo inicial para a hidrólise de lipídios no rúmen é a transformação destes no rúmen sob ação microbiana, resultando no desdobramento do éster, dando origem a ácidos graxos e glicerol (GARTON, 1965). Este é um pré-requisito para a biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados contidos nos glicerídeos (LOUGH, 1970).

Uma vez liberado como ácido graxo livre, qualquer ácido graxo insaturado é submetido a biohidrogenação pelas bactérias do rúmen, e o produto final desta hidrogenação é o aparecimento do ácido esteárico (18:0). A síntese de lipídios microbianos também é feita no rúmen, e os ácidos graxos livres, tanto os saturados como insaturados, podem ser incorporados pelos microrganismos na síntese celular.

Os animais que recebem cereais ou concentrados contendo sementes de oleaginosas têm triglicerídeos compondo a maior parte dos lipídios da dieta (GARTON *et al.* 1958).

Os microrganismos ruminais, hidrolisam rapidamente os lipídios da dieta e, usando preferencialmente os ácidos graxos insaturados (oléico, linolêico e linolênico) como receptores de hidrogênio, convertem a maioria deles em ácido esteárico. Na maioria das plantas os ácidos graxos insaturados estão na forma *cis*. Os microrganismos ruminais sintetizam lipídios a partir dos ácidos graxos voláteis e muitos deles estão na forma *trans* (LEEK, 1996).

GARTON *et al.* (1958) incubaram triglicerídeos *in vitro* observaram que eles são rapidamente hidrolisados pelas enzimas microbianas. DAWSON & KEMP (1969), afirmaram que a atividade da fosfolipase está associada com as bactérias do rúmen, detectando rápida hidrólise da fosfatidilcolina no rúmen de carneiros defaunados.

Os ácidos graxos polinsaturados contidos em vários lipídios de plantas são hidrogenados previamente para serem incorporados aos lipídios das membranas bacterianas (HAZLEWOOD & DAWSON, 1979).

O grau de hidrólise varia de acordo com a origem do lipídio. Segundo CHURCH (1975), os óleos de origem vegetal são mais hidrolisados do que as gorduras dos animais e óleos de peixes.

O principal produto da fermentação do glicerol é o ácido propiônico (GARTON, 1965). Segundo o mesmo autor, a bactéria responsável pela fermentação do glicerol no rúmen de carneiros é a *Selenomonas ruminantium* var. *lactilyticus*.

Os microrganismos do rúmen são os responsáveis pela hidrogenação dos ácidos graxos ingeridos pelos animais ruminantes.

Grande parte dos ácidos graxos insaturados, provenientes da hidrólise de lipídios dietéticos, passam para a condição de saturados por meio da hidrogenação ou biohidrogenação de sua ligação dupla. Os elos duplos admitem hidrogênio, bem como o oxigênio, embora menos prontamente. A saturação dos elos duplos torna a gordura menos reativa. Este fenômeno é refletido no tipo de ácido graxo encontrado nos depósitos de gordura dos ruminantes e/ou secretado no leite (SILVA & LEÃO, 1979).

O ácido graxo predominante nas plantas é o ácido linolênico (60-70%) e há menores quantidades dos ácidos linolêico e oléico. Este alto conteúdo de ácido linolênico é mantido no capim durante a secagem e estocagem, exceto sob condições de umidade relativa elevada (DAWSON & KEMP, 1970).

Segundo GUTIERREZ (1991), o *Butyrivibrio fibrisolvens* é um dos principais microrganismos responsáveis pela hidrogenação dos ácidos graxos insaturados.

DAWSON & KEMP (1969), observaram que a presença de protozoários não é necessária para a atividade, já que não houve diferença nas taxas de hidrogenação dos ácidos linolênico e oléico, quando foram comparados em carneiros defaunados e faunados.

De acordo com DAWSON & KEMP, (1970), os ácidos graxos de cadeia longa, incluindo o ácido esteárico, podem ser lentamente metabolizados pelo epitélio ruminal com formação de corpos cetônicos, mas não há dúvida de que a maior parte dos ácidos graxos produzidos por hidrogenação entra no

abomaso. Há considerável síntese de lipídios microbianos complexos, especialmente fosfolipídios, a partir dos ácidos graxos do rúmen. Muitos ácidos graxos deixam o rúmen na forma não-esterificada, provavelmente como sabões de cálcio (Ca) ou magnésio (Mg). Eles contêm uma quantidade apreciável de ácidos graxos C18 *trans*-mono-insaturados que não estão na dieta e são produtos da hidrogenação.

De acordo com GUTIERREZ (1991), embora ocorra a biohidrogenação, os ruminantes não apresentam deficiência de ácidos graxos essenciais, pois cerca de 4% do total de ácidos graxos insaturados ingeridos pelo animal passam intactos pelo rúmen.

Segundo DAWSON & KEMP (1970), existem alguns fatores positivos na utilização de lipídeos na dieta de ruminantes, tais como a hidrogenação dos ácidos graxos insaturados, que podem ser energeticamente favoráveis ao animal hospedeiro se a competição pela utilização do hidrogênio produzido no rúmen reduzir a formação de metano, que constitui uma apreciável perda de energia disponível. Para CZERKAWSKI *et al.* (1966), a inclusão de ácidos graxos na dieta pode ser de importância econômica por serem mais tóxicos para os microrganismos metanogênicos do que para aqueles que digerem a celulose. A presença dos ácidos graxos, portanto, não só competiria com o substrato, mas também prejudicaria a ação da *Methanobacterium ruminantium* através de mudanças na permeabilidade de suas células.

DAWSON & KEMP (1970), citaram ainda que a hidrogenação pode reduzir as exigências de vitamina E, pois a redução na absorção de ácidos insaturados dispensaria, em parte, a ação antioxidante de vitamina E nos tecidos.

A biohidrogenação ainda é citada pelo papel de desintoxicação dos ácidos graxos (KEMP & LANDER, 1984; KEMP *et al.* 1984), já que os ácidos graxos insaturados são conhecidos pelos efeitos indesejáveis aos microrganismos ruminais (NIEMAN, 1954; PRINS *et al.* 1972).

De acordo com MEDEIROS (2002), os fatores negativos da utilização de lipídeos na dieta de ruminantes é devido à sua inclusão, não devendo

ultrapassar os 7% da MS ingerida. O principal motivo seria uma influência negativa da gordura na degradabilidade da fibra. Segundo o autor existem duas hipóteses para esse efeito, uma delas é para o efeito químico, onde os ácidos graxos, especialmente os insaturados, são tóxicos para as bactérias celulolíticas, e a outra hipótese seria para o fator físico, o qual a gordura cobriria as partículas de alimento, dificultando a adesão das bactérias celulolíticas a elas. O efeito químico parece ser preponderante.

SILVA & LEÃO (1979), citaram que as dietas com mais de 5% de lipídeo na MS podem afetar a aceitabilidade e alterar a consistência do concentrado quando está na forma peletizada.

Muitos trabalhos descrevem que a adição de gordura na dieta animal, diminui a ingestão e a eficiência na utilização da fibra, e por isso, o uso de fontes convencionais de lipídeos tem sido pequena HIGHTSHOE et al. (1991).

Pesquisas sobre o metabolismo de lipídeos no rúmen têm se concentrado principalmente na manipulação dos fenômenos físico-químicos do rúmen, objetivando controlar os efeitos tóxicos dos ácidos graxos sobre os microrganismos ruminais, de maneira que a gordura seja adicionada sem que haja problemas na digestão e fermentação ruminal, e regular a biohidrogenação microbiana para controlar a absorção de determinados ácidos graxos que podem promover o desempenho ou reduzir a saturação da gordura da carne e do leite JENKINS (1993).

## **2.2. Uso de sais de cálcio de ácidos graxos na dieta de ruminantes**

O processo normal de digestão da gordura nos ruminantes permite que uma pequena quantidade de lipídeos escape da degradação ruminal, porém, quando os lipídeos da dieta são protegidos, estes não sofrem ação de lipólise e biohidrogenação pelos microrganismos no rúmen aumentando substancialmente a quantidade de lipídeos digeridos e absorvidos no intestino delgado, promovendo melhor aproveitamento na densidade energética das

dietas e na proporção dos ácidos graxos insaturados nos lipídeos dos ruminantes SCOTT & COOK (1975).

De acordo com SCOTT & COOK (1975), várias técnicas foram desenvolvidas a fim de permitir o oferecimento de grandes quantidades de lipídeos na dieta de ruminantes sem que ocorram prejuízos relacionados com o metabolismo lipídico. Uma delas é a utilização de formaldeído tratado com proteína, onde o suplemento lipídico-protéico passa quase que intacto pelo rúmen e abomaso e, em contato com as condições ácidas do abomaso, a ligação entre a proteína e o formaldeído é enfraquecida, tornando-se possível a digestão e absorção tanto do lipídeo quanto da proteína.

Segundo DUCKETT (2003), as sementes oleaginosas possuem uma forma de proteção natural, que são as suas cascas, que constituem uma barreira física contra o ataque dos microrganismos ruminais. Ainda de acordo com PALMQUIST (1984), estas sementes possuem lenta liberação de lipídeos ocasionada pela ruminação e regurgitação, causando pequeno efeito inibidor do lipídeo sobre a digestibilidade da fibra na função ruminal.

Outra maneira de proteção dos lipídeos da hidrogenação ruminal é a união de sais de cálcio com ácidos graxos de cadeia longa (cálcio saponificado), este produto vem sendo bastante utilizado como fonte de energia em dietas de vacas em lactação. Este composto se mantém relativamente inerte no rúmen, em condições normais de pH, mas se dissocia completamente nas condições ácidas do abomaso JENKINS & PALMQUIST (1984).

Os suplementos que possuem sais de cálcio de ácidos graxos, conhecidos como “gordura protegida” da fermentação ruminal, são encontrados comercialmente como Alifet®, Megalac® ou LAC 100®.

De acordo com LEME (2003), o Megalac®, é formado por sais de cálcio e ácidos graxos de origem vegetal. O conteúdo de lipídeo é de cerca de 82,5%, com valor de energia metabolizável é de 6,8 Mcal/kg, e de 8 a 10% de cálcio.

HILL & WEST (1991), citaram que a composição de ácidos graxos do Megalac® é de aproximadamente 87% de ácidos palmítico e oléico, sugerindo que estes ácidos escapam da biohidrogenação ruminal.

VILELA et al. (2002), estudaram o aumento na densidade energética de um concentrado utilizando-se de uma fonte comercial de sais de cálcio de ácidos graxos, para vacas leiteiras em pastagem de coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). Concluíram que o uso de sais de cálcio de ácidos graxos aumentou as produções médias de leite.

SCHAUFF & CLARK (1992), avaliaram a inclusão de níveis de sais de cálcio de ácidos graxos em dietas de vacas lactantes. As concentrações de ácidos graxos voláteis totais, butirato, isovalerato e valerato, nitrogênio amoniacal no fluído ruminal e o valor de pH não sofreram influência da adição de sais de cálcio de ácidos graxos à dieta.

## **2.3- Aspectos ligados ao meio ambiente ruminal**

### **2.3.1- Influência do pH ruminal**

O rúmen caracteriza-se por ser um meio anaeróbio, com cerca de 38-40°C de temperatura, ideal para o desenvolvimento dos microrganismos, possuindo ainda, pH que pode variar de 5,5 – 7,0. Os organismos celulolíticos crescem em pH 6,7 ideal, e desvios para cima ou para baixo deste valor podem ser inibitórios; o pH é regulado pela absorção de saliva, a qual possui capacidade tampão CHURCH (1974). De acordo com o mesmo autor, tanto a composição química da dieta como o manejo alimentar estão relacionado com o valor do pH ruminal. A frequência do fornecimento do alimento, notadamente alto teor de concentrado, quanto mais parcelado for seu fornecimento, menor será a flutuação de pH.

DIJKSTRA et al. (1993), afirmaram que incrementos na concentração de AGV reduzem os níveis de pH e com isso aumenta a velocidade de absorção de AGV.

### **2.3.2-Uréia plasmática**

A uréia é a forma primária de excreção do nitrogênio (N) e a concentração de uréia no sangue reflete a utilização da proteína bruta dietética pelos ruminantes. A concentração de uréia plasmática pode ser usada para monitorar a ingestão de proteína, que deve ser o mais próximo possível das necessidades do animal, pois o excesso de N aumenta as exigências de energia, e o excesso de N excretado gera desperdício da proteína ingerida, pois além de onerar a dieta, os suplementos protéicos geram impacto ambiental negativo BRODERICK & CLAYTON (1997).

Os valores de uréia obtidos devem ser multiplicados por 0,466, para se obter o nitrogênio no plasma (PUN) em mg/dl, LIMA (2002).

De acordo com DUKES (1996), os valores normais de N originário da uréia sangüínea de bovinos estão entre 10 e 30 mg/dl.

VALADARES et al. (1997), citaram que concentrações plasmáticas de N-uréia entre 13,52 a 15,15 mg/dl correspondem à máxima eficiência microbiana e provavelmente, representariam o limite a partir do qual estaria ocorrendo perdas de proteína para novilhos zebuínos.

### **2.3.3-Amônia ruminal**

A concentração de amônia ruminal é conseqüência do equilíbrio entre a produção e utilização da proteína microbiana pelos microrganismos, de acordo com a energia disponível da dieta. A amônia produzida é excretada no meio e utilizada para a síntese de proteína através dos microrganismos ruminais, onde a finalidade deste processo parece ser a obtenção de energia por parte da microbiota ERFLE et al. (1977), citado por COALHO (2001).

De acordo com NOLAN (1993), a concentração de amônia no rúmen é uma função das taxas relativas de entrada e remoção de amônia. A amônia entra no rúmen a partir de numerosas fontes, incluindo a fermentação de alimentos, fragmentos de células lisadas, proteína endógena, compostos

nitrogenados solúveis e excreção dos protozoários. O N amoniacal é removido do rúmen pela incorporação à matéria microbiana que sai do rúmen, pela absorção através da parede do rúmen e pelo fluido ruminal passando para outras porções do trato digestivo.

A quantidade de amônia ruminal necessária para o crescimento microbiano tem sido extensamente pesquisada. E estudos realizados “in vitro” (SATTER & SLYTER, 1974) e “in vivo” (SATTER & ROFLER, 1975) demonstraram que a concentração mínima de amônia deve ser de 5mg/100ml de líquido ruminal para que a mesma não limite o crescimento microbiano, entretanto, MEHREZ & ORSKOV (1976), sugeriram que a concentração mínima de amônia deve ser de 23 mg/100ml de líquido de rúmen, para se obter taxa máxima de crescimento microbiano, em ovinos recebendo concentrados. Embora a concentração de amônia requerida para o ótimo crescimento microbiano ainda não seja bem conhecida, concentrações acima de 5-10 mg/100 ml de líquido ruminal não tem aumentado a produção de proteína microbiana (LENG & NOLAN, 1984).

A concentração no rúmen de amônia não é constante nas 24 horas, apresentando oscilações, com picos obtidos geralmente entre 1 a 2 horas após a alimentação (FARIA & HUBER, 1984; RIHANI et al. 1993).

#### **2.4-Degradabilidade *in situ* e cinética ruminal**

A técnica *in situ* é utilizada para melhor caracterizar a degradação e a cinética ruminal dos alimentos e suas frações, a qual foi proposta por MEHREZ & ORSKOV (1977) e aperfeiçoada por ORSKOV & McDONALD (1979). É bastante utilizada em experimentos relacionados com metabolismo ruminal, devido à sua relativa simplicidade e rapidez. A técnica da degradação *in situ* consiste em determinar o desaparecimento da matéria seca e seus componentes em sacos de fibra sintética, que podem ser de materiais como nylon, poliéster e dracon, sendo incubados em tempos pré-determinados no rúmen (TEIXEIRA, 1997).

Esta técnica não interfere nas condições ruminais e poder variar os substratos incubados MANUEL (1990). Por meio dela é possível determinar a fração “a”, solúvel e imediatamente disponível no rúmen, a fração “b” potencialmente degradável e a fração “c” indisponível.

Como desvantagem da técnica, cita-se a não mastigação e salivação, de forma que alguns autores preconizam a retirada do alimento de fistulas esofágicas para serem incubados NOCKEY (1988). Outros fatores, como a porosidade do tecido, a quantidade de amostra por área livre, o tamanho das partículas, a seqüência da introdução, o tempo de incubação, a posição dentro do rúmen e a lavagem dos sacos, podem influenciar negativamente sobre o resultado final PEREIRA (1995). Outro inconveniente deste método é que não permite estimar a taxa de degradação em todo o trato digestivo do animal, sendo muito importante a quantidade total do alimento que é degradada (MANUEL, 1990).

Apesar disto, pela facilidade da técnica e de não sofrer os inconvenientes das técnicas de determinação da digestibilidade *in vivo* ou *in vitro*, a degradação *in situ* tem sido extensamente utilizada, e vários esforços têm sido feitos para padronizar os fatores que podem influenciar nos resultados obtidos.

A cinética da degradabilidade ruminal gera informações do processo de digestão que podem melhor descrever a taxa de passagem do alimento num determinado tempo, a fim de obter melhores parâmetros para medidas do fluxo da digesta. De acordo com CHURCH (1974), o fluxo pode ser medido por meio de uma gama de marcadores, estes são divididos em internos e externos e ambos devem ser inertes ao meio ruminal. Dentre os marcadores externos, o PEG (Polietilenoglicol) é bastante utilizado para calcular a taxa de passagem líquida ou *turnover* ruminal.

Para que haja menor efeito negativo da gordura no ambiente ruminal e conseqüentemente na degradabilidade da fibra, têm-se estudado várias fontes de lipídeos e seus efeitos na cinética ruminal. Os sais de cálcio de ácidos graxos, são utilizados com sucesso em ruminantes para aumentar a densidade

energética da dieta, sem que ocorra os efeitos negativos dos lipídeos no rúmen (JENKINS & PALMQUIST, 1984).

KOWALSKI (1997), avaliou três níveis de sais de cálcio de ácidos graxos: 0, 2 e 4%, como forma de proteção da proteína (farinha de soja) na degradação ruminal, em um experimento de quadrado latino (3X3), utilizando três bovinos machos Holandeses, providos de fístulas ruminais e duodenais, objetivando estudar o efeito de sais de cálcio de ácidos graxos, nos parâmetros de fermentação ruminal e determinação da taxa de passagem. Utilizaram o PEG como marcador, com colheitas realizadas para determinação da taxa de diluição no rúmen nos horários: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11 e 24 horas após a introdução do marcador. Concluindo-se que os níveis de sais de cálcio de ácidos graxos não causaram efeitos na fermentação ruminal, no volume ruminal e no *turnover* ruminal, e os tratamentos não tiveram efeito na digestibilidade aparente da MS, sugerindo que fontes de sais de cálcio de ácidos graxos foram inertes no rúmen, provocando maiores densidades energéticas e proteicas digeridas no intestino delgado.

JENKINS & PALMQUIST (1984), estudaram a inclusão de diferentes fontes de lipídeos em vacas leiteiras em um primeiro ensaio, avaliando a digestibilidade, com os seguintes tratamentos, controle, sebo com vermiculita, ácidos graxos de sebo, ácidos graxos de soja, sais de cálcio de ácido graxo de sebo (sabão de sebo) e sais de cálcio de ácidos graxos de soja (sabão de soja), e concluíram que a digestibilidade da FDA não foram afetados pela adição de soja e pelos tratamentos que continham mistura de sebo com vermiculita, e sais de cálcio de ácidos graxos de sebo, e no entanto, o tratamento com suplementação de sais de cálcio de ácidos graxos de soja aumentou, e o tratamento que continha sebo diminuiu a digestibilidade da FDA. A digestão de N não foi influenciadas pelos tratamentos. Em um segundo experimento, avaliaram os tratamentos: controle, sebo e sais de cálcio de ácidos graxos de sebo, e concluíram que a digestibilidade da MS diminuiu significativamente pelo tratamento que continha ácido graxo de sebo, comparado ao tratamento de sais de cálcio de ácidos graxos de soja, onde o

mesmo aumentou levemente a digestão ruminal da MS, comparado a dieta controle. A eficiência de síntese microbiana diminuiu nos tratamentos com sal de cálcio de ácidos graxos. Os autores explicam este efeito como sendo por causa do sal de cálcio não inibirem o crescimento e o metabolismo de protozoários.

É bom dizer que a inclusão de sais de cálcio de ácidos graxos na alimentação de ruminantes é bastante vasta na área de gado de leite e, apesar de, já terem sido publicados vários trabalhos sobre a utilização de sais de cálcio de ácidos graxos na dieta de ruminantes, ainda existem falta de trabalhos relacionados com o metabolismo ruminal desses animais, principalmente com relação no gado de corte. A escolha da raça para realização deste estudo foi a Nelore, por ser a mais representativa da pecuária de corte nacional. Os temas tratados foram apresentados em dois capítulos (2 e 3).

O Capítulo 2, denominado **CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA, pH RUMINAL E URÉIA PLASMÁTICA EM BOVINOS DA RAÇA NELORE SUBMETIDOS À DIETAS COM NÍVEIS DE SAIS DE CÁLCIO DE ÁCIDOS GRAXOS**, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira. Os objetivos do estudo foram avaliar a variação do pH do líquido ruminal, amônia ruminal e determinação da uréia plasmática em bovinos da raça Nelore submetidos à dietas com níveis de sais de cálcio de ácidos graxos .

O Capítulo 3, denominado **DEGRADABILIDADE *IN SITU* E CINÉTICA RUMINAL DE DIETAS COM NÍVEIS DE SAIS DE CÁLCIO DE ÁCIDOS GRAXOS EM BOVINOS DA RAÇA NELORE**, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira. Os objetivos do estudo foram avaliar os níveis de sais de cálcio de ácidos graxos, objetivando investigar quais os efeitos de sua inclusão sobre a degradabilidade *in situ*, com intenção de avaliar o efeito dos sais de cálcio de ácidos graxos na degradação da PB e MS da dieta total, bem como, avaliar os efeitos dos níveis

de sais de cálcio de ácidos graxos na degradabilidade da MS e FDN na fibra do volumoso e a cinética ruminal em bovinos da raça Nelore.

### Referências Bibliográficas

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo; FNP, 2002.

BRODERICK , G.A.; CLAYTON, M.K.A. Statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **J. Dairy Sci.**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.

CHURCH, D. C. **Fisiología digestiva y nutrición de los ruminantes**. Zaragoza, Editorial, Acribi, Vol. I. 379p., 1975.

CHURCH, D. C. **Digestive physiology and nutrition of ruminants**. OSU. Bookstores Inc. Vol. I. 340p., 1975.

CZERKAWSKI, J. W.; BLAXTER, K. L. & WAINMAN, F. W. *Br. J. Nutr.*, 20, p. 349, 1966.

COALHO, M.R. Estudo dos protozoários ciliados e do metabolismo de nitrogênio em bovinos consumindo dietas com diferentes níveis de proteína não degradada no rúmen. **Dissertação de mestrado**, Pirassununga, 72 p., 2001.

DAWSON, R. M. C. & KEMP, P. Biohydrogenation of dietary fats in ruminants. In: **Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant**, ed. A. T. Philipson. Oriel Press, Newcastle-upon-Tyne, p. 504-518, 1970.

DAWSON, R. M. C. & KEMP, P. The effect of defaunation on the phospholipids and on the hydrogenation of unsaturated fatty acids in the rumen. **Biochem. J.**, 115, p. 351-352, 1969.

- DUCKETT, S. K. Effect of nutrition and management practices on marbling deposition and composition. Disponível em: <http://cabprogram.com/cabprogram/sd/articles/duckeet.html>. Acessado em 04 fev. 2003.
- DIJKSTRA, J.; BOER, J.; VAN BRUCHEM, J.; BRUINING, M.; TAMMINGA, S. Absorption of volatile fatty acids from the rumen of lactating dairy cows as influenced by volatile fatty acid concentration, pH and rumen liquid volume. **Br. J. Nutr.**, v. 69, p. 385-396, 1993.
- DUKES, H.H. DUKES. **Fisiologia dos animais domésticos**. Eds Swenson, M.J.REECE, w. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, p.856, 1996.
- FARIA, V.P., HUBER, J.T. Effect of dietary protein and energy levels on rumen fermentation in holstein steers. **J. Anim. Sci.**, v.58, n.2, p. 452-459, 1984.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2001. 307 p.
- FOX, D. G.; BLACK, J. R. *A system for predicting body composition and performance of growing cattle*. **J. Anim. Sci.** v. 58, p.725, 1984.
- GARTON, G. A., The digestion and assimilation of lipids. In: **Physiology of Digestion in the Ruminant**. Butterworths. Washington. 479 p., 1965. p. 390-398, 1965.
- GARTON, G. A., HOBSON, P.N.&LOUGH, A.K. Lipolysis in the rumen. **Nature**, p.1511-1512, 1958.
- GUTIERREZ, L. E. **Lipídios, carboidratos, aminoácidos e proteínas**. Piracicaba: Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", DECALQ, p. 1-49, 1991.
- HAZLEWOOD, G. P.; KEMP, P.; LANDER, D. & DAWSON, R. M. C. C<sub>18</sub> unsaturated fatty acid hydrogenation patterns of some rumen bacteria and their ability to hydrolyse exogenous phospholipids. **Br. J. Nutr.**, 35, p. 293-297, 1979.

- HARFOOT, C.G.& HAZLEWOOD, G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: **The rumen microbial ecosystem**. Ed. New York, USA, Elsevier Science Publishers, 1988.p. 285-322.
- HIGHTSHOE, R. B.; COCHRAN, R. C.; CORAH, L. R.; HARMON, D. L.; VANZANT, E. S. Influence of source and level of ruminal-escape lipid in supplements on forage intake, digestibility, digesta flow, and fermentation characteristics in beef cattle. **J. Anim. Sci.** v.69, p.4974-4982, 1991.
- HILL, G.M; WEST, J. W. Rumen protected fat in Kline barley or corn diets for beef cattle:Digestibility,physiological and feedlot responses. **J. Anim. Sci.** v.69, p.3376-3388, 1991.
- JENKINS, T.C.; PALMQUIST, D.L. Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. **J. Dairy Sci.**, v. 67, n. 5, p.978-986, 1984.
- JENKINS, T.C.; Symposium: advances in ruminant lipid metabolism. Lipid metabolism in the rumen. **J. Dairy Sci.**, v. 76, p.3851, 1993.
- KEENEY, M . Lipid metabolism in the rumen . In: **Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant**. Ed. A T. Phillipson. Oriel Press. Newcastle-Upon-Type.p. 489-503,1970.
- KEMP, P. & LANDER, D. J. Hydrogenation *in vitro* of  $\alpha$ - linolenic acid to stearic acid by mixed cultures of pure strains of rumen bacteria. **J. Gen. Microbiol.**, 130, p. 527-533, 1984.
- KEMP, P.; LANDER, D. J. & HOLMAN, R. T. The hydrogenation of the series of methylene-interrupted, *cis*, *cis* octadecadienoic acids by pure cultures of rumen bacteria. **Br. J. Nutr.**, 52, p. 171-177, 1984.
- KOLWALSKI, Z.M. Rumen fermentation, nutrient flow to the duodenum and digestibility in bulls fed calcium soaps of rapessed fatty acids and soya bean meal coated with calcium soaps. **Animal Feed Tecnology**, 69, p.289-303, 1997.
- LEME,P.R. **Tese de livre docência**; Pirassununga, 62 p., 2003.

- LENG, R.A.; NOLAN, J.V. Nitrogen metabolism in the rumen. **J. Dairy Sci.**, v.67, p. 1072-1089, 1984.
- LIMA, M.L.P. Produção de leite de vacas mestiças em pastagens de capim elefante cv. Guaçu (*Pennisetum purpureum* Schum. CV. Guaçu) e capim tanzânia ( *Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia). **Tese dedoutorado**, Jaboticabal, 102 p., 80, 2002.
- LEHNINGER, A. L. **Princípios de Bioquímica**; ed. Sarvier, São Paulo, 725 p. Cap. 12, p.223-290, 1990.
- LEEK, B.F. Digestão no estômagodos ruminantes, In: DUKES, H.H. **Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 856 p. Cap. 21, p.353-379, 1996.
- LOUGH, A. K. In: **Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant**. Oriel Press. Newcastle. P. 519, 1970.
- MANUEL, E.R; ARNOLDO.R. **Nutricion de ruminantes (guia metodológica de investigacion)** San José: Costa Rica, 1ºEd, p127, 1990.
- MEHRES, A. Z.; ORSKOV, E.R. McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **Br. J. Nutr.** 38(3):437-443,1977.
- MEDEIROS, S. R. Módulo 4 – Gordura. In: **Curso sobre valor nutricional dos alimentos e análise bromatológica para ruminantes**. Curso oferecido pela Internet, [www.beefpoint.com.br](http://www.beefpoint.com.br), 2002.
- NOLAN, J.V. Nitrogen Kinetcs. In: FORBES, J.M., FRANCE,J.(ed.) **Quantitative aspects of ruminal digestion and metabolism**. Wallingford.U.K. CAB International. P.123-143. 1993.
- NOCKEY, J.E. Characterization of *in situ* dry matter and nitrogen of various corn grain forms. **Journal of Dairy Science**, v.70, p.2291, 1988.

- NIEMAN, C. Influence of trace amounts of fatty acids on the growth of microorganisms. **Bacteriol. Rev.**, 18, p. 147-167, 1954.
- ORSKOV, E. R., McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **J. Agric. Sci.**, v.92, n.1, p.499-503, 1979.
- PALMQUIST, D.L. Effects of supplemental fat in various forma on rúmen digestibility in sacco. **Journal of Dairy Science**, v. 67, p. 127, suppl. 1, 1984.
- PEREIRA, J.R.A., ROSSI Jr., P. **Manual prático de avaliação nutricional de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 1995. 34p.
- PINEDA, N. R. **Influência do Nelore na produção de carne no Brasil**. In: Simpósio Nelore 2000. Anais. Ribeirão Preto-SP. p. 3-13. 2000.
- PRINS, R. A.; VAN NEVEL, C. J. & DEMEYER, D. I. Pure cultura studies on inhibitors for methanogenic bacteria. **Ant. Van Leeuwenhoek J. Microbiol. Serol.**, 38, p. 281-287, 1972.
- RIHANI, N., GARRET, W.N., ZINN, R.A. Influence of level of urea and method of supplementation on characteristics of digestion of hight-fiber diets by sheep. **J. Anim. Sci.**, v.71, n.6, p.1657-1665, 1993.
- SATTER , L. D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **Br. J. Nut.**; v.32, p199-299, 1974.
- SATTER, L.D.; ROFFLER, R.E. Relationship between ruminal ammonia and nonprotein nitrogen utilization by ruminants. I. development of a model for predicting nonprotein nitrogen utilization by catle. **J. Dairy Sci**, v. 58, p. 1880-1888, 1975.
- SCHAUFF, D.J.; CLARK, J.H..Effects of feeding diets containing clacium salts of long-chain fatty acids to tctating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.75, p.2990-3002, 1992.

SCOTT, T. W. & COOK, L. J. Effect of dietary fat on lipid metabolism in ruminants. In: **Digestion and metabolism in the ruminant**. ed. Australia, p. 510-523, 1975.

SILVA, J. F. C. da; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba, ed. Livrocere, 384p., p. 149-165, 1979.

SWINGLE, S. *Effect of roughage level and type on intake and performance of feedlot cattle*. In: **Proc. Intake by Feedlot Cattle**. 942 p. Oklahoma State University, Stillwater. p. 257-263, 1995.

TEIXEIRA, J.C. Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes. **Digestibilidade em ruminantes**. Lavras: UFLA, FAEPE, cap.1, p.7-27, 1997.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; VALADARES FILHO, S.C.; SAMPAIO, I.B. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de creatinina. **R.Bras.Zootec.**, v. 26, n6, p.1270-1278, 1997.

VILELA, Duarte, ALVIM, Maurilio José, MATOS, Leovegildo Lopes de *et al.* **Utilização de gordura protegida durante o terço inicial da lactação de vacas leiteiras em pastagem de coast-cross**. *Pesq. agropec. bras.*, out. 2002, vol.37, no.10, p.1503-1509. ISSN 0100-204X.

## CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA, pH RUMINAL E URÉIA PLASMÁTICA EM BOVINOS DA RAÇA NELORE SUBMETIDOS À DIETAS COM NÍVEIS DE SAIS DE CÁLCIO DE ÁCIDOS GRAXOS

### Resumo

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo no Campus da USP, em Pirassununga-SP. Foram utilizados 4 bovinos da raça Nelore, castrados, com peso corporal médio de 550 kg e providos de cânulas ruminais, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de sais de cálcio de ácidos graxos: 0, 1, 2, e 4%, em um delineamento em quadrado latino (4x4). Amostras de líquido ruminal foram colhidas e submetidas a mensurações de pH, variação da amônia ruminal e coletas de sangue para a determinação da uréia plasmática.

O pH não foi influenciado pelos níveis de sais de cálcio de ácidos graxos ( $P>0,05$ ), bem como, para o efeito tempo ( $P>0,05$ ); indicando ser pouco provável ter ocorrido dissociação de sais de cálcio de ácidos graxos em relação aos níveis de inclusão.

Os efeitos de tratamento e de tempo não apresentaram diferenças estatísticas significativas ( $P>0,05$ ) na concentração de amônia no rúmen, demonstrando que os sais de cálcio de ácidos graxos não interferiu na fermentação ruminal.

Observou-se que os valores de uréia plasmática (NUS) não foram significativos nos efeitos de tratamento e tempo ( $P>0,05$ ) pelos níveis de sais de cálcio de ácidos graxos.

## CONCENTRATION OF RUMEN AMMONIA AND PH, PLASMA UREA IN NELLORE STEERS FED DIETS WITH LEVELS OF CALCIUM SALT OF FATTY ACIDS

### *Abstract*

The experiment was carried out at the “Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos” of the Universidade de São Paulo. Four crossbred Nerolle steers with 550 kg of live weight and fitted with rumen cannulas were fed diets with 0, 1, 2 or 4% of calcium salts of fatty acids, in 4 x 4 a latin square design. Rumen liquid sampled was for pH, rumen ammonia concentration and plasma urea measurements.

The pH of the rumen liquid was not influenced by the levels of calcium salts of fatty acids ( $P>0,05$ ), as well as, there was no influence of sampling time on pH, indicating that probably there was no dissociation of the calcium salts of fatty acids. The sampling time and treatment also had no effect ( $P>0,05$ ) on the ammonia concentration in the rumen, demonstrating that the calcium salts of fatty acids had no effect in the ruminal fermentation.

It was not observed significant effects of calcium salts of fatty acids level or time on plasmatic urea values (NUS) ( $P>0,05$ ).

## Introdução

Lipídeos na dieta de animais ruminantes pode ser uma excelente fonte energética na alimentação. Porém, o excesso de lipídeos ocasiona problemas metabólicos no animal e, em função disso, várias formas de adicionar lipídeos nas dietas dos ruminantes têm sido estudadas, com o intuito de evitar problemas relacionados com a digestão da fibra e a fermentação ruminal, como também, proporcionar incremento no fluxo de ácidos graxos desejáveis (insaturados) disponíveis no intestino.

Os sais de cálcio de ácidos graxos tem sido uma alternativa bastante viável, pois, além deste composto aumentar a densidade energética da dieta, ele se mantém relativamente inerte no rúmen em condições normais de pH, sendo dissociado completamente nas condições ácidas do abomaso e conseqüentemente aproveitado e digerido no intestino delgado (JENKINS e PALMQUIST, 1984).

WU & PALMQUIST (1991), afirmaram que fontes de gordura protegida (gordura protegida com caseína/formaldeído ou com sais de cálcio de ácidos graxos, como os produtos comerciais Megalac<sup>®</sup> e LAC100<sup>®</sup>) aumentam o suprimento de ácidos graxos insaturados no intestino delgado.

KLUSMEYER et al. (1991), avaliaram os efeitos de sais de cálcio de ácidos graxos, com duas fontes de proteína (farinha de peixe e farelo de soja) na fermentação ruminal e passagem dos nutrientes pelo intestino delgado, utilizando quatro vacas da raça Holandesa providas de fístulas ruminais e abomasais, e concluíram que a degradabilidade da MS, FDA e FDN não apresentaram diferenças significativas com a suplementação de sais de cálcio de ácidos graxos, bem como as concentrações de amônia ruminal, AGV's e pH não foram alteradas pelos tratamentos, sugerindo que os sais de cálcio de ácidos graxos, foram relativamente inertes no rúmen, não alterando a fermentação ruminal, visto que, os fluxos de ácidos graxos insaturados e aminoácidos tiveram maiores proporções no intestino delgado.

TEH et al. (1994) estudaram níveis de sais de cálcio de ácidos graxos de 0, 3, 6 e 9% em 4 em vacas, e concluíram que os tratamentos não afetaram as médias de pH do rúmen, mas aumentaram linearmente a produção de leite a medida que foram adicionadas quantidades de sais de cálcio de ácidos graxos no concentrado.

SCHAUFF & CLARK (1992), avaliaram a inclusão de níveis sais de cálcio de ácidos graxos nos seguintes tratamentos: 0, 3, 6 e 9% em um delineamento de quadrado latino, com vacas Holandesas fistuladas no rúmen. Os autores concluíram que os valores de pH, AGV's e nitrogênio amoniacal do fluido ruminal não sofreram influência dos tratamentos, indicando que a fermentação ruminal não foi alterada com a adição de sais de cálcio de ácidos graxos nas dietas. Porém, mesmo não ocorrendo efeito significativo nos diferentes tratamentos, os autores citaram que entre os níveis 6% e 9% de inclusão de sais de cálcio de ácidos graxos, houve diminuição na ingestão de MS pelos animais devido à aceitabilidade da ração.

CHALUPA et al. (1986), trabalharam com fontes de lipídeos, avaliando a fermentação ruminal de quatro novilhos Holandeses, num delineamento em quadrado latino (4x4), com dietas contendo 10% a 12% de lipídeos. Os tratamentos foram: 1) controle: (sem adição de lipídeo) 2) sais de cálcio de ácidos graxos (origem vegetal), 3) sais de cálcio de ácido graxo (origem animal) e 4) fonte de triglicerídeo (ácido oleico). Os autores concluíram que, o sal de cálcio de ácido graxo (vegetal) aumentou o pH, enquanto o triglicerídeo causou queda no pH. Foi concluído que os sais de cálcio de ácidos graxos não são totalmente inertes no ambiente ruminal, havendo alguma dissociação desses sais no rúmen.

Os objetivos do estudo foram avaliar a variação do pH do líquido ruminal, amônia ruminal e uréia plasmática em bovinos da raça Nelore submetidos à dietas com níveis de sais de cálcio de ácidos graxos.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campus de Pirassununga da Universidade de São Paulo, em Pirassununga-SP. As análises bromatológicas foram processadas no Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga.

Foram utilizados 4 bovinos da raça Nelore, machos castrados, idade média de 36 meses, com pesos médios de 550 kg, dotados de cânulas ruminais e mantidos separadamente. Foram alojados em galpão experimental coberto, com piso cimentado, presos individualmente em sistema de correntes, com acesso a comedouros e bebedouros individuais.

Os animais receberam 4 tipos de rações com os seguintes níveis de sais de cálcio de ácidos graxos 0, 1, 2, e 4%.

As dietas foram pesadas e fornecidas em quantidades equivalentes a 2% do peso vivo de cada animal, e distribuídas duas vezes ao dia, em duas porções iguais, às 8 e 16 horas, sendo que cada ração foi administrada simultaneamente a cada animal que recebeu os 4 níveis de sais de cálcio de ácidos graxos.

As sobras do dia anterior foram recolhidas e pesadas diariamente antes da primeira refeição.

As rações foram calculadas e formuladas de acordo com as exigências do NRC (1996), para gado de corte, com 11-12% de PB e 73,56% de NDT.

As dietas utilizadas foram as seguintes: ração comercial protéica UNI-TURBO (milho integral moído 47%, feno de gramíneas 4%, farelo de soja tostado 30%, farelo de trigo 16%, premix mineral e vitamínico 3%), polpa de citros peletizada, variando somente as porcentagens de sais de cálcio de ácidos graxos, e como fonte de volumoso feno de Tifton 85 (tipo A). As composições das rações encontram-se na Tabela 1 e as análises bromatológicas na Tabela 2.

O delineamento experimental utilizado foi o de quadrado latino (4x4), conforme GOMES (1972).

Os resultados foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., 1985).

O período experimental teve duração de 88 dias, subdivididos em 4 sub-períodos de 22 dias cada. Nos dias 21 de cada período, foram feitas as colheitas dos materiais como: amostras do líquido ruminal para determinação do pH, e amônia ruminal, e nos 22 dias de cada período foram realizadas as colheitas de sangue para a determinação da uréia plasmática.

As amostras de conteúdo ruminal foram colhidas através da fístula, com o uso de uma bomba de sucção manual a vácuo, adaptada para tal. Foram retirados pelo menos 200 ml de conteúdo ruminal. As amostragens foram realizadas ao longo do dia no tempo 0 (imediatamente antes da alimentação) e a cada 2 horas (2, 4, 6, 8) após a primeira alimentação, para determinação do pH, bem como para determinar a variação da amônia ruminal.

Imediatamente após a colheita, 100 ml de fluido ruminal foram utilizados para a determinação do pH, com o uso de um peagômetro digital portátil, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0.

Na determinação da concentração da amônia ruminal, foram colocados 2 ml de fluido ruminal em tubos de ensaios contendo 1 ml de ácido sulfúrico 1 N e armazenados sob refrigeração até a realização das análises, em duplicata. A determinação do nitrogênio amoniacal foi realizada por colorimetria, conforme a técnica descrita por WEATHERBURN (1967).

O sangue foi colhido num total de 30 ml, para a dosagem da uréia através de venopunção, o qual foi colocado em tubo de ensaio arrolhado. A colheita foi executada nos últimos dias de cada período, a fim de evitar o stresse dos animais, e posteriormente centrifugado a 3.000 rpm durante 15 minutos. Uma alíquota foi armazenada a -20°C até o momento da análise, que foi analisada em duplicata. Foram colhidos nos tempos 0 hora antes da alimentação e 4 horas após a mesma. A determinação dos níveis séricos de

uréia foi realizada por colorimetria através do método do diacetil modificado (Kit comercial da marca LABTEST).

Os valores de uréia obtidos foram multiplicados por 0,466, para se obter o nitrogênio no plasma (NUS) em mg/dl (LIMA, 2002).

## **Resultados e Discussão**

Os resultados observados para o pH médio do líquido ruminal, a cada duas horas, no período de 8 horas, estão apresentados na Figura 1 e Figura 2.

Na Figura 1 pode ser observado o comportamento do pH médio do líquido ruminal, em relação aos tratamentos.

A Figura 2 apresenta o comportamento do pH médio do líquido ruminal, em relação ao tempo.

O pH não foi influenciado pelos níveis de sais de cálcio de ácidos graxos ( $P>0,05$ ), demonstrando que não houve efeito significativo nos tratamentos, como observado na Figura 1, bem como, não apresentou significância para o efeito tempo ( $P>0,05$ ) apresentado na Figura 2, revelando ser pouco provável ter ocorrido dissociação dos sais de cálcio de ácidos graxos em relação aos níveis de inclusão, já que as médias dos valores de pH não foram abaixo de 6,0. Isso poderia sugerir que níveis desejáveis de pH, favorecem o desenvolvimento dos organismos celulolíticos, estando de acordo com os níveis de normalidade citados por CHURCH (1974).

Os resultados encontrados nesta pesquisa corroboram com os encontrados por SCHAUFF & CLARK (1992), não ocorrendo diferenças de pH entre os tratamentos com níveis de sais de cálcio de ácidos graxos.

KLUSMEYER et al. (1991), concluíram que fontes de proteínas e sais de cálcio de ácidos graxos, não alteraram os níveis de pH ruminal, sugerindo que os sais de cálcio de ácidos graxos, foram relativamente inertes no rúmen e

incrementaram os fluxos de ácidos graxos insaturados e aminoácidos no intestino delgado.

TEH et al. (1994), admitiram que níveis de sais de cálcio de ácidos graxos de 0%, 3%, 6% e 9% não alteraram as médias de pH do rúmen.

Já PALMQUIST et al. (1993), verificaram que a suplementação de sais de cálcio de ácidos graxos e sebo (1:1) promoveram decréscimos do pH logo após o início da primeira alimentação e aumento nas duas horas e meia após a segunda alimentação, em relação à dieta controle. Esses resultados discordaram com os resultados obtidos neste estudo. Consoante com esses resultados, CHALUPA et al. (1986), verificaram que os sais de cálcio de ácidos graxos não são totalmente inertes no ambiente ruminal, admitindo ocorrer alguma dissociação no rúmen.

Embora o efeito tempo (horas após a alimentação) não tenha apresentado significância ( $P > 0,05$ ) como observa-se na Figura 2, o mesmo demonstrou uma pequena variabilidade do pH do líquido ruminal em função do arraçoamento no período de 8 horas, demonstrando que no tempo 2 houve uma tendência de diminuição mais acentuada de pH e após esse período, o pH tendeu a voltar ao normal.

Uma maior proporção da fração solúvel e um maior ritmo de degradação ruminal da dieta poderiam justificar os menores valores de pH.

HUNGATE (1966); CHURCH (1976) e DEHORITY (1987) admitiram que as flutuações no pH do rúmen refletem as variações nas quantidades dos ácidos orgânicos que acumulam no conteúdo ruminal e da quantidade de saliva que é produzida. Dessa maneira, o pH ruminal geralmente atinge o nível mais baixo de duas a seis horas após a alimentação, dependendo da natureza da dieta e da rapidez com que é ingerida.

As concentrações de amônia no líquido ruminal (mg/100ml) estão representadas nas Figuras 3 e 4, considerando a média geral dos quatro períodos e os níveis diários de amostragens do fator tratamento e do tempo, o qual foi compreendido entre 0 hora antes da primeira refeição, até 8 horas após.

Os efeitos de tratamento e de tempo não apresentaram diferenças estatísticas significativas ( $P > 0,05$ ) na concentração de amônia no rúmen.

Os valores médios de concentração de amônia no rúmen neste experimento, foram superiores a 5mg/dl. SATTER & ROFFLER (1975), admitiram esse valor como a mínima concentração para requerer a máxima síntese de proteína microbiana, sugerindo não ter ocorrido deficiência para o crescimento microbiano neste experimento. Esses valores estão coerentes com os resultados de pH, não havendo diferenças em nenhum dos tratamentos. Já quando adicionou-se sais de cálcio de ácidos graxos à dieta, a dissociação foi mínima, não interferindo na fermentação ruminal. Os trabalhos realizados por KLUSMEYER et al. (1991), e SHAUFF & CLARK (1992), não encontraram diferenças para concentração de nitrogênio amoniacal com a inclusão de sais de cálcio de ácidos graxos, coincidindo com os resultados desta pesquisa.

Houve aumento na concentração de amônia ruminal, logo nas primeiras horas após a alimentação dos animais, com aumento nas duas primeiras horas e uma tendência à estabilização às 6 horas, visualizados na Figura 4. Esses resultados apresentam-se extremamente semelhantes àqueles obtidos por VALINOTE (2003), o qual utilizou fontes de lipídeos como, caroço de algodão e sal de cálcio de ácidos graxos com monensina, testados em bovinos da raça Nelore. Esse autor também não observou diferenças estatísticas na concentração de amônia ruminal, em relação às fontes de lipídeos. Além disso, em todos os tratamentos, houve um aumento na concentração de amônia ruminal, com platô às duas horas e estabilização às 6 horas. Concordando, portanto com esse experimento.

De modo geral, o que normalmente ocorre, é que a concentração no rúmen de amônia não é constante nas 24 horas, apresentando portanto oscilações, com picos obtidos geralmente entre 1 a 2 horas após a alimentação (FARIA & HUBER, 1984; RIHANI et al. 1993).

As concentrações de uréia plasmática (mg/dl) estão apresentadas na Figura 5, sendo considerada as médias dos quatro períodos, considerando os

níveis diários de amostragens dos fatores tratamento e tempo, estabelecidas entre 0 hora, antes da primeira refeição, e 4 horas após a alimentação.

Estatisticamente, observou-se que os valores de uréia plasmática (NUS) não foram significativos nos efeitos de tratamento e tempo ( $P>0,05$ ) sobre os níveis de sais de cálcio de ácidos graxos.

Os valores médios de uréia sanguínea (NUS) encontrados neste experimento, são considerados normais para bovinos, estando de acordo com valores verificados por DUKES (1996), que variam entre 10 a 30 mg/dl.

BRODERICK & CLAYTON (1997), afirmaram que as concentrações de uréia plasmática podem ser usadas para monitorar a ingestão de proteína bruta dietética em ruminantes. VALADARES et al. (1997), concluíram que concentrações plasmáticas de N-uréia de 13,52 a 15,mg/dl correspondem à máxima eficiência microbiana e provavelmente representaria o limite a partir do qual estaria ocorrendo perda de proteína para novilhos zebuínos alimentados com rações contendo 45% de concentrados e, em média, 62,5 de NDT. Neste trabalho, os valores encontrados de uréia plasmática (NUS), pouco excederam aos limites considerados normais, sugerindo que não ocorreu deficiência de proteína degradável no rúmen para o crescimento microbiano, admitindo-se até um excesso de proteína na formulação, como margem de segurança.

Em relação ao sal de cálcio de ácido graxo e uréia plasmática (NUS), os valores encontrados neste experimento, sugerem que não houve dissociação dos sais de cálcio de ácidos graxos no rúmen, ou se houve, não foi em teores suficientes para interferir na fermentação ruminal, o que era esperado, pois se fosse ao contrário, o lipídeo deprimiria a fermentação ruminal, conseqüentemente, aumentaria o N ruminal, e em conseqüência disso, teria um maior escape de nitrogênio para a corrente sanguínea, aumentando o N no plasma, e os valores de uréia plasmática, teriam sido superiores aos valores encontrados neste experimento.

AFERRI et al. (2003), avaliaram fontes de lipídeos em novilhos mestiços, filhos de vacas cruzadas (Simental X Nelore com touros Brangus) em confinamento, onde foram avaliadas três dietas com 81% de concentrado,

sendo uma ração com 5% de sais de cálcio de ácidos graxos (GP), uma ração com 21% de caroço do algodão (CA) e uma ração controle sem gordura adicional (CO). Os valores encontrados para a análise de uréia sanguínea foram considerados normais, não encontrando efeitos significativos para os tratamentos que continham sais de cálcio de ácidos graxos, concordando com os dados obtidos nesta pesquisa.

### **Conclusões**

Com base nos resultados obtidos neste experimento, parece lícito concluir-se que:

- 1) O pH não foi influenciado pelos níveis de sais de cálcio de ácidos graxos.
- 2) Os níveis de sais de cálcio de ácidos graxos nos tratamentos, não influenciaram a concentração de amônia no líquido ruminal.
- 3) Os tratamentos contendo níveis de sais de cálcio de ácidos graxos, não interferiram nas concentrações de uréia plasmática.

## Referências Bibliográficas

- AFFERRI, G. Desempenho e características da carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de gordura. **Dissertação de Mestrado**; 2003.
- BRODERICK , G.A.; CLAYTON, M.K.A. Statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **J. Dairy Sci.**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.
- CHALUPA, W.; VECHIARELLI, B.; ELSER, A.E.; KRONFELD, D.S.; Ruminal fermentation in vivo as influenced by long-chain fatty acids. **Journa of Dairy Science**, v.69, p. 1293-1301, 1986.
- CHURCH, D. C. **Fisiología digestiva y nutrición de los ruminantes**. Zaragoza, Editorial, Acribi, Vol. I. 379p., 1974.
- CHURCH, D. C. **Digestive physiology and nutrition of ruminants**. Corvalis, Books, v.1, p. 350, 1976.
- DEHORITY, B.A. Classification and morphology of rumen protozoa. Wooster, **Ohio Agricultural Research and Development Center**. p.82, 1987.
- DUKES, H.H. DUKES. **Fisiologia dos animais domésticos**. Eds Swenson, M.J.REECE, w. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, p.856, 1996.
- FARIA, V.P., HUBER, J.T. Effect of dietary protein and energy levels on rumen fermentation in holstein steers. **J. Anim. Sci.**, v.58, n.2, p. 452-459, 1984.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Ed. NOBEL, 430p. 1972.
- HUNGATE, R.E. **The rumen and its microbes**. New Cork, Academia Press. P.533, 1966.

- JENKINS, T.C.; PALMQUIST, D.L. Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. **J. Dairy Sci.**, v. 67, n. 5, p.978-986, 1984.
- KLUSMEYER, H.T.; LYNCH, L.G.; CLARK J.H. Effects of calcium salts of fatty acids and protein source on ruminal fermentation and nutrient flow to duodenum of cows. **Journal Dairy Science**. V.74, p. 2206-2219, 1991.
- LIMA, M.L.P. Produção de leite de vacas mestiças em pastagens de capim elefante cv. Guaçu (*Pennisetum purpureum* Schum. CV. Guaçu) e capim tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia). **Tese dedoutorado**, Jaboticabal, 102 p., 80, 2002.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press, p. 242, 1996.
- PALMQUIST, D.L.; WEISBERG, M.R.; HVLPLUND, T. Ruminal, intestinal, and total digestibilities of nutrients in cow fed diets high in fat and undegradable protein. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p.1353-1364, 1993.
- RIHANI, N., GARRET, W.N., ZINN, R.A. Influence of level of urea and method of supplementation on characteristics of digestion of high-fiber diets by sheep. **J. Anim. Sci.**, v. 71. N.6, p1657-1665, 1993.
- SATTER, L.D.; ROFFLER, R.E. Relationship between ruminal ammonia and nonprotein nitrogen utilization by ruminants. I. development of a model for predicting nonprotein nitrogen utilization by cattle. **J. Dairy Sci**, v. 58, p. 1880-1888, 1975.
- SAS, SAS/STAT<sup>®</sup> USER'S GUIDE: **Statistics (Release 6.03)**. SAS, Inst., Inc., Cary, NC, 1985.
- SCHAUFF, D.J.; CLARK J.H.; Effects of Feeding diets containing calcium salts of long-chain fatty acids to lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.75, p.2990-3002, 1992.

TEH H.T.; TRUNGH.Z.; JIA; GIPSON A.T.OGDEN B.K.; SWEENEY F.T.  
Varying amounts of rumen-inert fat for high producing goats in early in  
lactation. **J. Dairy Sci.** 77, p. 253-258, 1994.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; VALADARES  
FILHO,S.C.; SAMPAIO, I.B. Níveis de proteína em dietas de  
bovinos.4.concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções  
de creatinina. **R.Bras.Zootec.**, v. 26, n6, p.1270-1278, 1997.

VALINOTE,A. Fontes de gordura e utilização de monensina nos parâmetros  
ruminais e protozoários ciliados de bovinos da raça Nelore. **Dissertação de  
Mestrado**; p.79, 2003.

WEATHERBURN, M.W. Phenol-hypochlorite reaction for determination of  
ammonia. **Anal. Chemistry**, v. 39, p. 971-974, 1967.

WU, Z.; PALMQUIST, D. L. Synthesis and biohydrogenation, of fatty acids by  
ruminal microorganisms in vitro. **J. Dairy Sci.**, v. 74, p. 3035, 1991.

**Tabela 1- Composição percentual das dietas em termos de Matéria Seca (%).**

	<b>Dietas</b>			
	<b>0%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>
<b>Feno de Tifton 85</b>	30,00	30,00	30,00	30,00
<b>Ração Comercial (Uni-Turbo)</b>	30,00	30,00	30,00	30,00
<b>Polpa de Citrus</b>	40,00	39,00	38,00	36,00
<b>Sais de cálcio de ácidos graxos (Megalac® )</b>	-	1,00	2,00	4,00
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabela 2 – Composição bromatológica das dietas em base seca.**

	<b>Dietas</b>			
	<b>0%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>
<b>MS</b>	90,50	90,55	90,60	90,70
<b>PB</b>	11,97	11,91	11,85	11,73
<b>EE</b>	1,75	2,55	3,35	4,95
<b>MM</b>	4,34	4,51	4,68	5,03
<b>FDN</b>	39,11	38,87	38,62	38,13
<b>FDA</b>	23,10	22,85	22,61	22,12
<b>Ca</b>	0,82	0,82	0,82	0,82
<b>P</b>	0,23	0,23	0,23	0,23

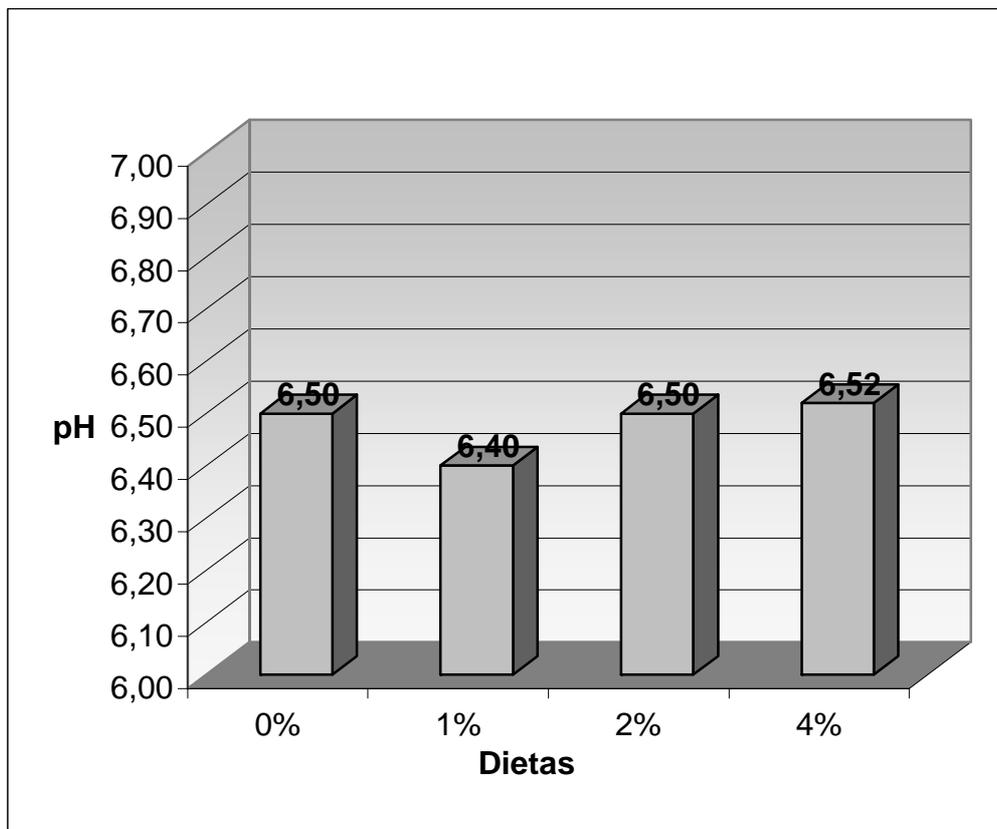


Figura 1- Valores médios de pH no rúmen de bovinos da raça Nelore alimentados com níveis de sais de cálcio de ácido graxo em função das dietas.

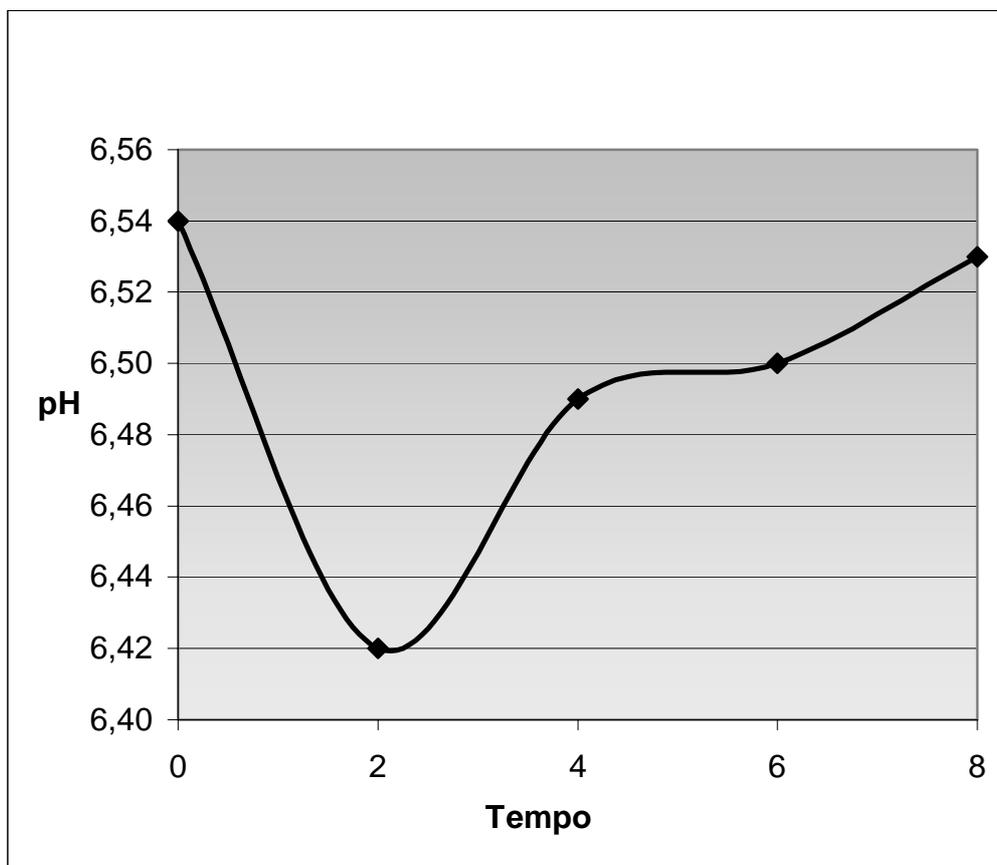


Figura 2- Valores médios de pH no rúmen de bovinos da raça Nelore alimentados com níveis de sais de cálcio de ácidos graxos em função do tempo (horas).

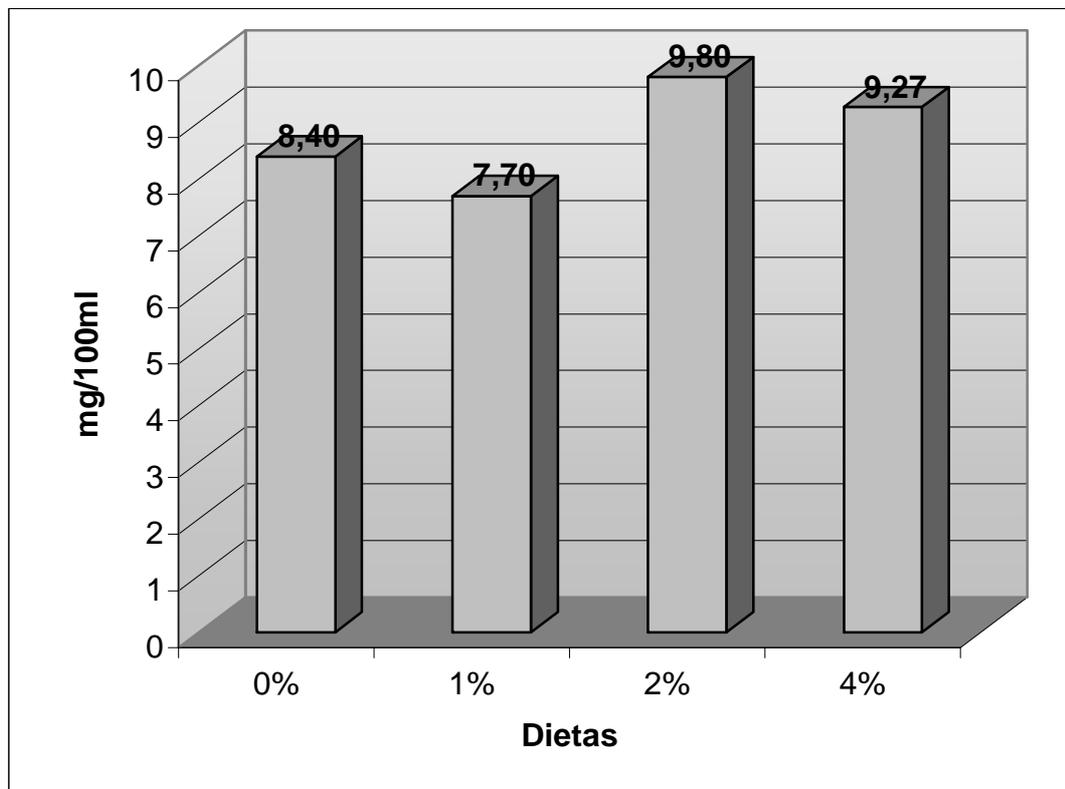


Figura 3- Valores médios de amônia ruminal (mg/100ml) em bovinos da raça Nelore alimentados com níveis de sais de cálcio de ácidos graxos em função das dietas.

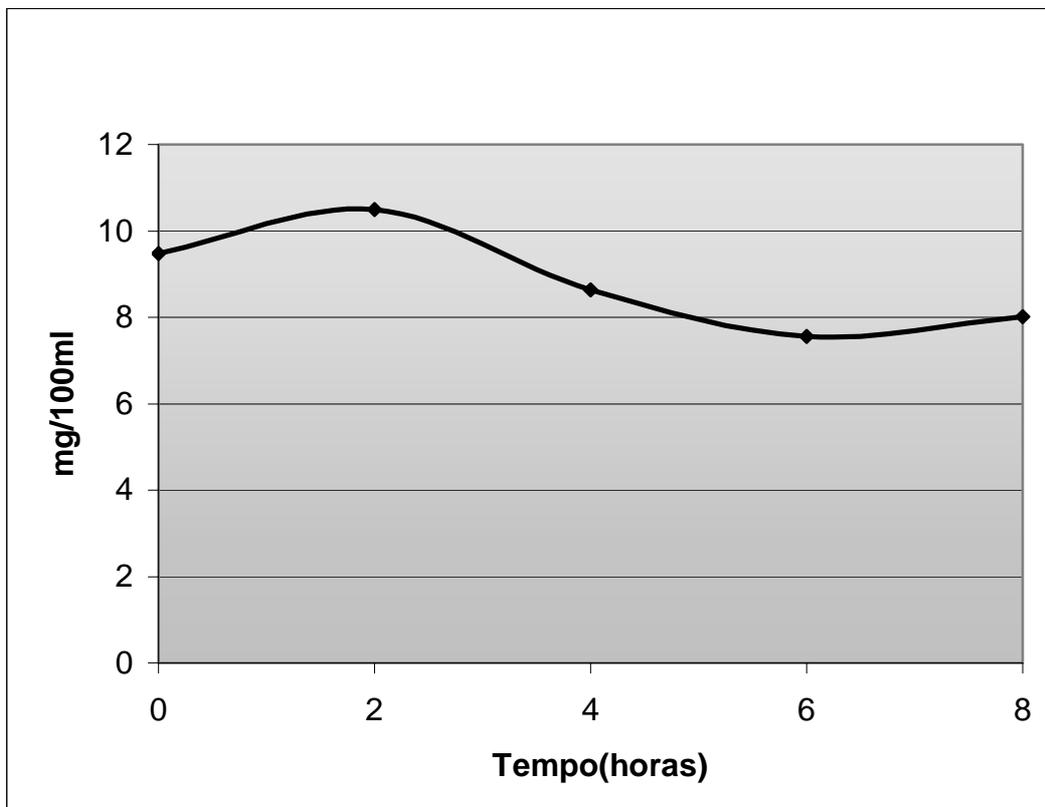


Figura 4- Valores médios de amônia no rúmen (mg/100ml) de bovinos da raça Nelore alimentados com níveis de sais de cálcio de ácidos graxos em função do tempo (horas).

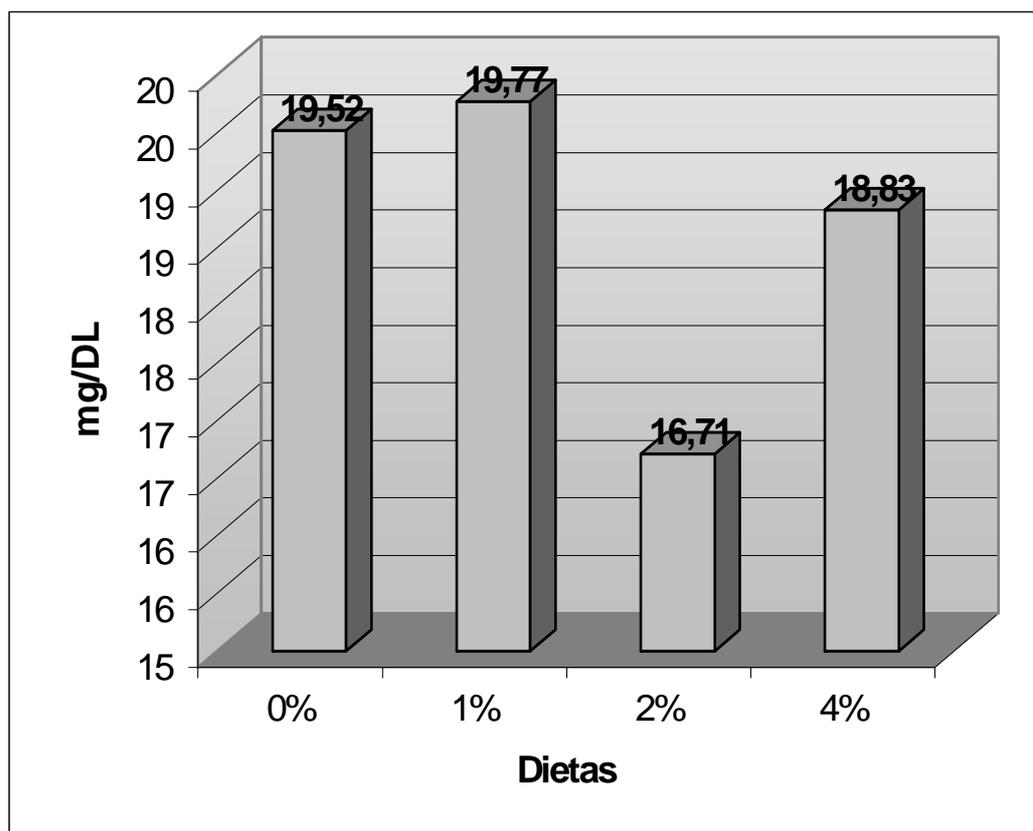


Figura 5- Valores médios de uréia plasmática (NUS-mg/dl) em bovinos da raça Nelore alimentados com níveis de sais de cálcio de ácidos graxos.

## DEGRADABILIDADE *IN SITU* E CINÉTICA RUMINAL DE DIETAS COM NÍVEIS DE SAIS DE CÁLCIO DE ÁCIDOS GRAXOS EM BOVINOS DA RAÇA NELORE

### Resumo

Foram utilizados quatro bovinos fistulados da raça Nelore (*Bos indicus indicus*), com peso corporal médio de 550 kg, castrados, em um delineamento em quadrado latino (4x4) alimentados com dietas contendo níveis de sais de cálcio de ácidos graxos: 0, 1, 2, e 4%, para verificar a influência na degradabilidade *in situ* e cinética ruminal. Para avaliação da cinética ruminal utilizou-se o marcador Polietilenoglicol (PEG) e na degradabilidade *in situ* foram avaliadas: MS e PB da ração total, MS e FDN do feno de tifton-85. Os resultados evidenciaram que a degradação da MS e da PB da dieta total, não foram influenciadas pelos níveis de sais de cálcio de ácidos graxos ( $P>0,05$ ), revelando que não houve diferença significativa entre os tratamentos. E que a MS e o FDN do feno de Tifton 85, também não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $P>0,05$ ), indicando que os níveis de sais de cálcio de ácidos graxos não influenciaram na degradação da fibra. Também foi detectado que a cinética ruminal: taxa de passagem, *turnover* ruminal e volume ruminal, não foram influenciados pelos níveis de sais de cálcio de ácidos graxos, sugerindo que os sais de cálcio de ácidos graxos foram relativamente inertes no rúmen.

**DEGRADABILITY *IN SITU* AND RUMEN KINETICS OF THE DIETS WITH  
LEVELS OF CALCIUM SALT OF FATTY ACIDS AND WITH NELORE  
STEERS**

**Abstract**

Four crossbred Nelore steers with 550 kg of live weight and fitted with rumen cannulas were fed diets with 0, 1, 2 and 4% of calcium salt of fatty acids, in a 4 x 4 latin square design. For evaluation of the ruminal kinetics the marker Polyethylenoglicol (PEG) was used and for degradability *in situ* had been evaluated DM and CP of the total ration, DM and NDF of the hay of Tifton 85.

The DM and NDF of the hay of Tifton 85 was not influenced by calcium salt of fatty acids levels ( $P > 0,05$ ), as well as, there was no influence of digestibility of Dry Matter (DM) and Crude Protein (CP) of the total ration, indicating that probably there was no dissociation of the calcium salt of fatty acids. Also it was not observed significant effects of calcium salt of fatty acids ( $P > 0,05$ ), on rumen kinetics, *turnover* and fluid size of suggesting that the calcium salt of fatty acids was relatively inert in rumen.

## Introdução

O uso de fontes convencionais de lipídeos na alimentação de ruminantes tem sido pequena, devido aos problemas que altas concentrações podem ocasionar distúrbios no metabolismo ruminal, e efeitos negativos na eficiência da degradação da fibra. Há dois mecanismos que explicam esse distúrbio, um deles é o efeito químico, onde os ácidos graxos insaturados oriundos da biohidrogenação ruminal, podem causar toxicidade aos microrganismos ruminais, principalmente nas bactérias fibrolíticas, e o outro é físico, que os lipídeos possuem de se adsorverem nas partículas dos alimentos, impedindo a adesão e o ataque dos microrganismos ruminais, diminuindo sua eficiência na degradação do alimento, principalmente na degradação da fibra proveniente das forrageiras. (HIGHTSHOE et al. 1991; JENKINS, 1993; MEDEIROS, 2002).

Para que haja um menor efeito negativo do lipídeo no ambiente ruminal, têm-se pesquisado várias formas de suplementação, com diferentes fontes de lipídeos em dietas de ruminantes. Dentre os suplementos que vários pesquisadores estudaram, os sais de cálcio de ácidos graxos, têm sido os mais indicados, e vêm sendo utilizados com sucesso em ruminantes, para aumentar a densidade energética da dieta e minimizar possíveis efeitos negativos dos lipídeos no rúmen (JENKINS & PALMQUIST, 1984; PALMQUIST, 1988; MURPHY & MORGAN, 1983; FALLON et al. 1986; SKLAN et al. 1990).

HIGHTSHOE et al. (1991), avaliaram, seis bovinos fistulados cruzados, das raças (Angus X Hereford), em um delineamento em quadrado latino (6X6), o qual utilizaram fontes de sais de cálcio de ácidos graxos, Megalac® e Alifet® e fonte de proteína (farelo de soja), com os seguintes tratamentos: 1) controle (sem adição de gordura protegida); 2) farelo de soja e sorgo; baixa suplementação de Megalac®; 4) alta suplementação com Megalac®; 5) baixa suplementação de Alifet® e 6) alta suplementação com Alifet®. As suplementações foram feitas individualmente para cada animal com 34 % de

adição de sais de cálcio de ácidos graxos e 25 % em suplementos protéicos com base na MS, e como fonte de volumoso utilizaram feno de gramínea. E verificaram que os tratamentos não alteraram às digestibilidades da Matéria Seca e da Fibra em Detergente Neutro, bem como, as taxas de passagens de diluição de fluídos e taxas de fluxos ruminais não foram alteradas com os diferentes tratamentos. Os autores concluíram que a adição de fontes de sais de cálcio de ácidos graxos e suplementos contendo moderadas quantidades de proteína bruta, são indicados para a suplementação em bovinos de corte e, não influenciam na ingestão e digestibilidade de dietas à base de forragens.

Concordando com esses resultados, KOWALSKI (1997), avaliou três níveis de sais de cálcio de ácidos graxos: 0, 2 e 4%, com farelo de soja, em bovinos fistulados no rúmen e no duodeno, com o objetivo de avaliar o efeito de níveis de sais de cálcio de ácidos graxos, nos parâmetros de fermentação ruminal e determinação da taxa de passagem ruminal, e concluiu que a os níveis de sais de cálcio de ácidos graxos não causaram efeitos na fermentação do rúmen, no volume e no *turnover* ruminal, como também não apresentaram efeitos na digestibilidade aparente da MS, sugerindo que fontes sais de cálcio de ácidos graxos foram inertes no rúmen.

Por outro lado, NIGDI *et al.* (1990), ofereceram para novilhos dietas com 85% de concentrado e 15% de silagem de milho, contendo 0, 2, 4 e 6% de sais de cálcio de ácidos graxos, e concluíram que a fermentação ruminal não foi afetada pelos níveis de gordura protegida, porém, a digestibilidade total dos ácidos graxos foi afetada quadraticamente ( $P < 0,05$ ). A digestibilidade total foi similar entre as dietas que continham níveis de sais de cálcio de ácidos graxos com 0, 2 e 4%, mas decresceu com 6% do produto na dieta.

Os objetivos do presente estudo foram avaliar os níveis de sais de cálcio de ácidos graxos, objetivando investigar quais os efeitos de sua inclusão sobre a degradabilidade *in situ*, com intenção de avaliar o efeito dos sais de cálcio de ácidos graxos na degradação da PB e MS da dieta total, bem como, avaliar os efeitos dos níveis de sais de cálcio de ácidos graxos na

degradabilidade da MS e FDN, na fibra do volumoso e a cinética ruminal em bovinos da raça Nelore.

## **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no Campus de Pirassununga, da Universidade de São Paulo, em Pirassununga-SP. As análises bromatológicas foram processadas no Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga.

Foram utilizados 4 bovinos, da raça Nelore, machos castrados, idade média de 36 meses, com pesos médios de 550 kg, dotados de cânulas ruminais, alojados em galpão experimental coberto, com piso cimentado, presos individualmente em sistema de correntes, com acesso a comedouros e bebedouros individuais.

Os animais receberam 4 tipos de rações com os seguintes níveis de sais de cálcio de ácidos graxos: 0, 1, 2, e 4%.

As rações foram pesadas e fornecidas em quantidades equivalentes a 2% do peso vivo de cada animal, e distribuídas duas vezes ao dia, em duas porções iguais, às 8 e 16 horas, sendo que cada ração foi administrada simultaneamente a cada animal, que recebeu os 4 níveis de sais de cálcio de ácidos graxos.

As sobras do dia anterior foram recolhidas e pesadas diariamente antes da primeira refeição.

As rações foram calculadas e formuladas de acordo com as exigências do NRC (1996) para gado de corte, com teor de proteína bruta de 11-12% de PB e 73,56% de NDT.

Os ingredientes utilizados para a formulação foram os seguintes: ração comercial proteica UNI-TURBO (milho integral moído 47%, feno de gramíneas 4%, farelo de soja tostado 30%, farelo de trigo 16%, premix mineral e vitamínico 3%), polpa de citros peletizada, variando somente as porcentagens de sais de cálcio de ácidos graxos, e como fonte de volumoso feno de Tifton 85 (tipo A). As composições das rações encontram-se na Tabela 1 e as análises bromatológicas na Tabela 2.

O delineamento experimental utilizado foi o de quadrado latino (4x4), conforme GOMES (1972).

Os resultados foram analisados através do programa computacional Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., 1985), sendo anteriormente verificada a normalidade dos resíduos pelo quadro de ANOVA, e as médias foram comparadas através do teste de TUKEY. Foi adotado um nível de significância de 5% para todos os testes realizados.

O período experimental teve duração de 88 dias, subdivididos em 4 sub-períodos de 22 dias cada. Os primeiros 12 dias foram usados para adaptação dos animais e os dias restantes para a introdução dos saquinhos de degradabilidade *in situ* e colheitas dos mesmos. No 21º dia foram colhidas as amostras de líquido ruminal para determinação da taxa de passagem líquida (PEG).

Foi utilizada a técnica de degradação ruminal *in situ* de ORSKOV & McDONALD (1979), com sacos de nylon medindo 10,0 x 14 cm com poros de 50 micrômetros, presos por uma corrente de aproximadamente 50cm de comprimento, com pesos em sua extremidade para manter os sacos submersos no conteúdo ruminal. As amostras dos alimentos foram colocadas nos sacos em quantidades de 5 gramas de MS de acordo com as recomendações de LINDBERG (1981), de modo que o peso amostra/área do sacos não ultrapasse 15 mg/cm<sup>2</sup> e MEHREZ & ORSKOV (1977), de 16,4mg/cm<sup>2</sup>, como limite máximo para não prejudicar o desaparecimento da MS. Os sacos foram incubados com Feno de Tifton 85 nos horários de 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. A ração total, foi incubada nos horários de 0, 3, 6, 9,

12, 24 e 48 horas. Os sacos de tempo zero hora não foram colocados no interior do rúmen, mas mergulhados em água aquecida a 39°C por 5 minutos conforme técnica descrita por CUMMINS *et al.* (1983).

O feno de Tifton 85 incubado foi moído em moinho dotado com peneira de 5 mm, a ração total foi moída em moinho dotado com peneira de 2 mm.

Todos os saquinhos assim que retirados do rúmen, nos diversos tempos de incubação, foram lavados, com água corrente em jato suave, e espremidos a mão até que a água fluísse incolor, e após foram transferidos para secar em estufa de ventilação forçada a 65 °C por 48 horas. Com as pesagens dos mesmos antes de serem colocados no rúmen e após secagem em estufa a 65°C, calculou-se por diferença o percentual de degradabilidade da matéria seca através da fórmula:

$$DgMS\% = 100 \times [1 - (PSPI - PSV)/(PSAI-PSV)]$$

Onde:

DgMS% = degradabilidade da MS em porcentagem;

PSPI = peso do saco pós incubação;

PSAI = peso do saco antes da incubação;

PSV = peso do saco vazio.

Os resíduos obtidos após as incubações foram moídos em peneira de 1 mm para análise laboratorial.

Foram feitas as análises de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) para o Feno de Tifton 85, e para ração total (MS) e (PB).

As análises bromatológicas da MS e PB foram realizadas segundo normas da A.O.A.C. (1990), para FDN segundo VAN SOEST *et al.* (1991).

Os percentuais de degradabilidade da PB e MS da dieta total, assim como a MS e o FDN do feno de Tifton 85 foram calculados através da fórmula utilizada para degradabilidade da matéria seca, sendo as diferenças

(PSPI - PSV) e (PSAI - PSV) multiplicadas pelas respectivas porcentagens de PB e FDN.

Os dados de degradabilidade foram ajustados pelo modelo de ORSKOV & McDONALD (1979), conforme equação:

$$p = a + b (1 - e^{-ct})$$

Onde:

$p$  = é a quantidade degradada no tempo “ $t$ ”;

$a$  = é a interseção da curva no tempo zero, a fração rapidamente solúvel;

$b$  = é a fração potencialmente degradável, a fração degradada no tempo;

$c$  = é a taxa horária de degradação da fração potencialmente degradável;

$e$  = o log natural de “ $-ct$ ”.

As constantes  $a$ ,  $b$  e  $c$  foram utilizadas para cálculos da degradabilidade potencial ( $a+b$ ) que representa o alimento solubilizado ou degradado no rúmen quando o tempo não é fator limitante, e degradabilidade efetiva conforme equação de ORSKOV et. al. (1980):

$$p = a + \frac{b \times c}{c + k}$$

Onde:

$p$  = representa a taxa de degradabilidade efetiva;

a = é a interseção da curva no tempo zero, a fração rapidamente solúvel;

b = é a fração potencialmente degradável, a fração degradada no tempo;

c = é a taxa horária de degradação da fração potencialmente degradável;

k = é a taxa de saída do rúmen por hora.

ORSKOV et al. (1980), relataram que k pode variar de 0,01 a 0,1.

A.F.R.C. (1992), recomendam taxa de 0,05/h para gado de corte recebendo alto nível de dietas mistas (menos que duas vezes a manutenção).

Os parâmetros a, b e c desse modelo de regressão não linear pelo método dos quadrados mínimos, foram obtidos com o PROC NLIN (procedimento não linear) do programa Statistical Analysis System (SAS Institute Inc. 1985).

A determinação do “turnover”, volume do líquido ruminal e da taxa de passagem da fase líquida do rúmen foi realizada através do emprego de Polietilenoglicol com peso molecular 4000 (PEG 4000). Às 8:00 horas, após a retirada do último saco de degradabilidade, foram introduzidos através da fístula ruminal, 300g de PEG (Carbowax F-4.000, marca Synth) previamente diluído em aproximadamente 500 ml de água, em seguida misturando-se manualmente o marcador com o conteúdo ruminal. Amostras de líquido ruminal foram colhidas, através da fístula com o uso de uma bomba de sucção manual a vácuo, adaptada para tal e para as determinações das concentrações de PEG foram tomadas às 0, 1,5, 3, 6, 12, 24 horas. A amostra referente ao tempo zero foi colhida imediatamente antes da introdução do PEG, sendo a água e a refeição da manhã, fornecidas imediatamente após a colheita.

O líquido ruminal foi armazenado sob refrigeração para posteriormente serem analisados. A determinação da concentração de PEG foi realizada segundo o método preconizado por HYDEN (1959), onde em 2 ml de

amostra previamente centrifugada foram adicionados 10 ml de água destilada; 0,1 ml de cloreto de bário, 10%; 2 ml de hidróxido de bário 0,3 N; e 2 ml de sulfato de zinco, 5%, misturados por 5 minutos e centrifugados a 3.500 rpm por 10 minutos para desproteíntização. Procedeu-se a turvação do PEG, através da adição de 5 ml de solução combinada de ácido tricloroacético a 30%, mais cloreto de bário a 5% ao sobrenadante, diluído em diferentes proporções com água destilada, de acordo com a hora de colheita. Após 5 minutos de espera procedeu-se as leituras de absorvância em espectrofotômetro, ajustado para um comprimento de onda igual a 500 nm, zerando o aparelho com água destilada. Os valores de absorvância, corrigidos para as diluições, foram utilizados para calcular as concentrações de PEG em mg/ml, através de equação de regressão linear, obtida a partir da calibração do aparelho com diferentes concentrações de solução padrão. Admitiu-se um  $r^2$  mínimo de 0,99 para a curva padrão.

A taxa de passagem de líquidos ou taxa eferente de fluxo, em porcentagem por hora, foi calculada através da regressão linear do logaritmo natural da concentração do PEG 4.000 em função do tempo. O volume de líquido ruminal, em litros, estimado através da extrapolação da concentração inicial (zero hora) e a dosagem do marcador (300g/animal). Estes dados foram ainda utilizados para calcular o fluxo líquido por hora (l/h) e o fluxo líquido por kg de MS consumida por hora (l/kg MS/h).

## **Resultados e Discussão**

Foram avaliadas as degradabilidades da MS e PB da dieta total.

Através da Figura 1 pode ser observado os resultados da degradação da Matéria Seca da dieta total em relação aos tratamentos.

A degradação da MS da dieta total, não foi influenciada pelos níveis de sais de cálcio de ácidos graxos ( $P>0,05$ ), revelando que não houve diferença significativa dos diferentes tratamentos. Observações que coincidem com

trabalhos de (HIGTSHOE et al. 1991; KOWALSKI, 1997), não verificaram diferenças na degradabilidade da MS com níveis de sais de cálcio de ácidos graxos.

Pela observação na Figura 1, nota-se um crescente aumento na degradação até o período de 48 horas, onde após este período, iniciou-se uma estabilização. Um comportamento similar dos tratamentos na curva de degradação, também foi observado, somente para o tratamento do nível de 4% de inclusão de sais de cálcio de ácidos graxos na dieta, que apresentou uma tendência de aumento na degradação em relação aos outros tratamentos, no período de 6 horas, com maior pico às 12 horas e a partir das 24 horas foi semelhante aos demais tratamentos. Sugerindo a possibilidade de ter ocorrido alguma influência dos sais de cálcio de ácidos graxos, pelo fato de ser o maior nível de sais de cálcio de ácidos graxos em relação aos outros, porém, não foi o suficiente para alterar a degradação da MS da dieta total.

JENKINS & PALMQUIST (1984), afirmaram que os sais de cálcio de ácidos graxos, promoveram um leve aumento na digestão ruminal da MS e da fibra bruta quando comparado com a ração controle em um estudo realizado, justificando o comportamento ocorrido pelo tratamento de 4%, com maior nível de sais de cálcio de ácido graxo, detectado neste experimento. Corroborando esses dados, FALLON et al. (1986), citaram que, inclusões de baixos níveis de sais de cálcio de ácidos graxos, podem aumentar a digestibilidade da MS sem reduzir o consumo de energia. Porém, quando os níveis de sais de cálcio de ácidos graxos forem superiores a 10% na dieta, o consumo pode ser reduzido.

Os resultados obtidos para a degradabilidade da PB da dieta total em relação aos tratamentos, são mostrados na Figura 2.

Não foram observadas diferenças significativas para os níveis de sais de cálcio de ácidos graxos na degradabilidade da proteína bruta ( $P > 0,05$ ).

PALMQUIST (1993), utilizou sais de cálcio de ácidos graxos e sebo na proporção de 1:1, na quantidade de 5% da MS. E concluiu que a suplementação de lipídeo não influenciou a degradação ruminal da proteína

bruta, concordando com os resultados obtidos nesta pesquisa.

Por outro lado, SKLAN et al. (1990), comparando níveis de sais de cálcio de ácidos graxos de: 0, 30, 50 e 90g/Kg na dieta de ovinos, concluíram que os sais de cálcio de ácidos graxos, provocaram aumento de consumo de energia metabolizável e não alteraram a fermentação ruminal em todos os níveis utilizados, porém, os mesmos autores observaram, que o tratamento que continha 90g/Kg de sais de cálcio de ácidos graxos na dieta, promoveu uma redução na digestibilidade da proteína bruta e da fibra em detergente ácido, e por conseqüência, provocou a redução do consumo de energia, discordando dos resultados obtidos neste ensaio.

A Figura 2, demonstra uma tendência à dissociação dos sais de cálcio de ácidos graxos nos tratamentos que continham suplementação (1%; 2%; 4%), deprimindo a degradabilidade da PB em relação ao tratamento controle (0%), sugerindo que embora não tenham ocorrido diferenças estatísticas, o tratamento controle apresentou maiores degradações em valores absolutos que os demais, o que era o esperado, pois admite-se haver uma tendência do lipídeo em reduzir a degradação da proteína da ração. IKWUEGBU & SUTTON (1982), detectaram que em relação ao metabolismo protéico no rúmen, com o aumento do fornecimento de lipídeos observou-se uma diminuição da digestão de proteínas.

Os dados anteriores mostram que os níveis de sais de cálcio de ácidos graxos, não afetaram a degradabilidade da matéria seca e da proteína bruta, sugerindo que os sais de cálcio de ácidos graxos apresentaram-se relativamente inertes no ambiente ruminal, onde os níveis de sais de cálcio de ácidos graxos adicionados à ração não afetaram a degradação proteica e não influenciaram a degradação da MS da dieta total.

Foram avaliadas as degradabilidades da MS e FDN do feno de Tifton 85.

A degradabilidade da MS pode ser visualizada na Figura 3, indicando que não houve diferenças significativas entre os tratamentos ( $P>0,05$ ), sugerindo que os níveis de sais de cálcio de ácidos graxos não interferiram na

degradação da fibra, o que era esperado, pois correlacionando esses dados com os dados de fermentação ruminal deste experimento, constatou-se que os resultados de pH, concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática (NUS), não apresentaram diferenças entre os tratamentos, estando esses valores coerentes com os resultados obtidos para a degradabilidade de MS.

HARRISON et al. (1995), em um experimento com vacas leiteiras em um quadrado latino (3X3), utilizaram fontes de sais de cálcio de ácidos graxos de 3%; 4,7% e 6,4% e caroço de algodão, e concluíram que fontes de sais de cálcio de ácidos graxos não tiveram efeitos significativos nos AGV's, amônia ruminal e na digestibilidade *in situ* da MS da fibra, Os mesmos resultados foram observados por (HIGTSHOE et al. 1991; KOWALSKI, 1997).

Entretanto, NIGDI et al. (1990), avaliaram dietas com 0, 2, 4 e 6% de sais de cálcio de ácidos graxos, e concluíram que, a digestibilidade total foi similar entre as dietas que continham níveis de sais de cálcio de ácidos graxos com 0, 2 e 4%, mas decresceu com 6% do produto na dieta, discordando com os dados obtidos.

Na Figura 3 pode ser observado o comportamento da degradação dos respectivos tratamentos, que se apresentaram de forma similares, demonstrando início da degradação no período de tempo entre 12-24 horas e uma tendência de maior degradação no tempo de 48 horas, e em seguida uma estabilização da degradação à partir das 72 horas, sugerindo que provavelmente não houve dissociação dos sais de cálcio de ácidos graxos de forma que pudessem influenciar na degradabilidade da fibra.

As degradabilidades do feno de Tifton 85 em termos de FDN estão apresentados na Figura 4.

O FDN do feno de Tifton 85, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ( $P>0,05$ ), indicando que os níveis de sais de cálcio de ácidos graxos não influenciaram na degradação da fibra. O mesmo resultado também foi observado por ALDRICH et al. (1997), que avaliaram dietas contendo sais de cálcio de ácidos graxos e, caroço de canola integral em duas formas de processamento, em novilhos (Angus X Simental), e concluíram que

as dietas não tiveram influência na fermentação ruminal e nas características digestivas para FDN.

Como é demonstrado na Figura 4, o comportamento da curva de degradação dos tratamentos, embora não apresentando significância, não se apresentaram de forma similar. O tratamento de 2% de sais de cálcio de ácidos graxos, apresentou uma crescente tendência de degradação às 12 horas em relação aos outros níveis de inclusão; em seguida teve uma leve diminuição, tendendo a voltar à normalidade com os demais tratamentos às 72 horas. Verificou-se que o tratamento 0% (controle), teve uma pequena tendência de maior degradação em relação aos demais tratamentos. Uma hipótese para justificar essas alterações do comportamento da degradação da fibra, é que neste experimento a proporção de concentrado em relação ao volumoso foi alta (70:30), e devido a este fato, talvez a dissociação do sal de cálcio em momentos de pH baixos possa ter refletido nas curvas de degradação da fibra devido aos picos de liberação de lipídeo, alterando o comportamento dos tratamentos, principalmente os que continham maiores concentrações de sais de cálcio de ácidos graxos, apresentando diferentes inclinações ao longo do período de incubação. Desta forma, sugere-se que pode ter ocorrido uma tendência à dissociação dos sais de cálcio de ácidos graxos, sugerindo que o mesmo não foi totalmente inerte no ambiente ruminal, porém essa dissociação foi mínima e não deprimiu a degradabilidade da fibra.

A avaliação da cinética ruminal foi estabelecida pelo volume ruminal, taxa de passagem líquida e *turnover* ruminal, os quais estão representados na Figura 5.

A taxa de passagem líquida, o *turnover* bem como, o volume ruminal, não sofreram influência pelos níveis de sais de cálcio de ácidos graxos suplementados nos tratamentos deste experimento ( $P > 0,05$ ).

CLARY et al. (1993), não encontraram diferenças para volume, taxa de passagem líquida e *turnover* ruminal, quando adicionaram sais de cálcio de ácidos graxos na dieta, corroborando com os dados encontrados nesta pesquisa. Respostas similares foram encontradas por HIGHTSHOE et al.

(1991), que avaliaram fontes de sais de cálcio de ácidos graxos, Megalac® e Alifet® e fonte de proteína (farelo de soja) e verificaram que os tratamentos não alteraram as digestibilidades da matéria seca e da fibra em detergente neutro, bem como, as taxas de passagens de diluição de fluídos e taxas de fluxos ruminais não foram alteradas com os diferentes tratamentos. Os autores concluíram que a adição de fontes de sais de cálcio de ácidos graxos inertes no rúmen e suplementos contendo moderadas quantidades de proteína bruta, são indicados para suplementação em bovinos de corte. Resultados parecidos com os dados deste experimento, foram encontrados por (KOWALSKI, 1997; KLUSMEYER et al. 1991; HIGHTSHOE et al. 1991).

Embora os resultados de volume ruminal tenham apresentado diferenças estatísticas, os valores absolutos do nível de 1% de inclusão de sais de cálcio de ácidos graxos, teve uma tendência de aumentar, e os demais níveis (2% e 4%) e de diminuir o Volume Ruminal. Esses resultados coincidem com os resultados encontrados por OHAJURUKA et al. (1991), avaliaram os efeitos de níveis de sais de cálcio de ácidos graxos de origem vegetal e animal, com níveis de 0; 2,5 e 5%, e concluíram que os níveis de sais de cálcio de ácidos graxos não influenciaram na degradabilidade da MS e digestibilidade total. Porém, à medida que foi adicionado sal de cálcio no concentrado, notaram que houve diminuição do volume ruminal. Resultados similares foram encontrados por CHALUPA et al. (1986), sugerindo desta forma, que sais de cálcio de ácidos graxos foram relativamente inertes no rúmen.

## **Conclusões**

Com os dados obtidos nesta pesquisa podemos concluir:

- 1) As degradabilidades da MS e da PB da dieta total, não foram influenciadas pelos níveis de sais de cálcio de ácidos graxos.

- 2) As degradabilidades da MS e FDN de feno de tifton 85, não foram influenciadas pelos níveis de sais de cálcio de ácidos graxos, não interferindo na degradabilidade da fibra.
  
- 3) A taxa de passagem, o *turnover* ruminal, bem como o volume ruminal, não foram influenciados pelos níveis de sais de cálcio de ácidos graxos.

### Referências Bibliográficas

- ALDRICH, C.G.; MERCHEN, N.R.; DRACKLEY, J.R.; CONZALEZ, S.S.; FAHEY JR.; G.C.; BERGER, L.L. The effects of chemical treatments of whole canola seed on lipid and protein digestion by steers. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 502-511, 1997.
- A.F.R.C. Technical committee on responses to nutrients. Report n.9. Nutritive requirements of ruminants animals: protein. **Nutrition Abstract Reviews (Séries B)**, v.62, n.12, p.787-835, 1992.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 11 ed . Washington D.C. 1990. p. 1051.
- CHALUPA, W.B, VECHIARELLI, B; ELSER A.E.; KRONFELD, D.S.; SKLAN D., PALMQUIST D.L. Ruminal fermentation in vivo as influenced by long-chain fatty acids. **Journal Dairy Science**, v.69, p. 1293-1301, 1986.
- CLARY, E.M.; BRANDT JR.,R.T.; HARMON, D.L.; Supplemental fat and ionophores in finishing diets: feedlot performance and ruminal digesta kinetics in steers. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3115-3123, 1993.

- CUMMINS, K.A.; NOCEK, J.E.; POLAN, C.E.; HERBEIN, J.H. Nitrogen degradability and microbial protein synthesis in calves fed diets of varying degradability by the bag technique. **J. Dairy Sci.**, v.66, n.11, p.2356-64, 1983.
- FALLON, R.J.; WILLIAMS, P.E.V.; INNES, G.M. The effects and feed intakem grow and digestibility of nutrients of including calcium soaps of fat in diets for young calves. **Anim. Feed Sci.Tech.**, vol.14, p.103-105, 1986.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Ed. Nobel, p. 430, 1972.
- HARRISON, J.H.; KINCAIS R.L., McNAMARA, J.P.; WALTNER S.; LONEY K.A.; RILEY R.E.; CRONRATH J.D., Effect of whole cottonseeds and calcium salts of long-chain fatty acids on performance of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 78, p. 181-193, 1995.
- HIGHTSHOE, R. B.; COCHRAN, R. C.; CORAH, L. R.; HARMON, D. L.; VANZANT, E. S. Influence of source and level of ruminal-escape lipid in supplements on forage intake, digestibility, digesta flow, and fermentation characteristics in beef cattle. **J. Anim. Sci.** v.69, p.4974-4982, 1991.
- HYDEN, S.A. A turbidometric method for the determination of higher polyethyleneglycolsin biological materials. **K. Lantb.Arbb.**, v.22, p. 139, 1959.
- IKWUEGBU, O.A.; SUTTON, J.D. The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. **Br. J. Nutrition**, Cambridge, v. 48, p. 365-375, 1982.
- JENKINS, T.C.; Symposium: advances in ruminant lipid metabolism. Lipid metabolism in the rumen. **J. Dairy Sci.**, v. 76, p.3851, 1993.
- JENKINS, T.C.; PALMQUIST, D.L. Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. **J. Dairy Sci.**, v. 67, n. 5, p.978-986, 1984.

- KOWALSKI, M.Z. Rumen fermentation, nutrient flow to the duodenum and digestibility in bulls fed calcium soaps of rapassed fatty acids and soya bean meal coated with calcium soaps. **Animal Fed Science Tecnology**. Vol. 69, p. 289-303, p. 1997.
- KLUSMEYER, H.T.; LYNCH,L.G.; CLARK J.H. Effects of calcium salts of fatty acids and protein source on ruminal fermentation and nutrient flow to duodenum of cows. **Journal Dairy Science**. V.74, p. 2206-2219, 1991.
- LINDBERG, J.E. The effect of sample size and sample structure on the degradation of dry matter, nitrogen and cell walls in nylon bags. **Swedish J. of Agricultural Research**, v.11, n.2, p.71-6, 1981.
- MEDEIROS, S. R. Módulo 4 – Gordura. In: **Curso sobre valor nutricional dos alimentos e análise bromatológica para ruminantes**. Curso oferecido pela Internet, [www.beefpoint.com.br](http://www.beefpoint.com.br), 2002.
- MEHREZ, A. Z.; ORSKOV, E. R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **J. Agric. Sci.**, v.88, p.645, 1977.
- MURPHY, J.J.; MORGAN, D.J. Effect of inclusion of protected and performance of lactating dairy cows., **Anim. Produc.**, v.37, p.203-210, 1983.
- NGIDI, M. E.; LOERCH, S. C.; FLUHARTY, F. L.; PALMQUIST, D. L. Effects of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance, carcass characteristics and ruminal metabolism of steers. **J. Anim. Sci.** v. 68, p. 2555-2565, 1990.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press, p. 242, 1996.
- ORSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **J. Agric. Sci.**, v. 92, n. 1, p. 499-503, 1979.

ORSKOV, E.R.; HOVELL, F. D. DEB.; MOULD, F. Uso de la tecnica de la bolsa de nylon para la avaluacion de los alimentos. **Prod. Animal Trop.**, n.5, p.213, 1980.

OHAJURUCA, O.A.; ZHIGUO WU; PALMQUIST D.L., Ruminal metabolism, fiber, and protein digestion by lactating cows fed calcium soap or animal-vegetable fat. **Journal Dairy Science**, v. 74, p. 2601-2609, 1991.

PALMQUIST, D. L.; CONRAD, H. R. High fat rations for dairy cows. Tallow and hydrolyzed blended fat at two intakes. **J. Dairy Sci.** v. 63, p. 391, 1980.

PALMQUIST D.L.; Using rumen inert fats in dairy diets. **Proc Pacific Northwest Nutr. Conf.**, Spokane, p.71, 1988.

PALMQUIST D.L.; Ruminal intestinal, and total digestibilities of nutrients in cows fed diets high in fat and undegradable protein. **Journal Dairy Science**. V.76 p.1353-1364, 1993.

SAS, SAS/STAT<sup>®</sup> USER'S GUIDE: **Statistics (Release 6.03)**. SAS, Inst., Inc., Cary, NC, 1985.

SKLAN,D.; NAGAR, L.; ARIELLE, A. Effect of feeding different levels of fatty acids or calcium soaps of fatty acids on digestion and metabolizable energy in sheep. **Anim. Sci.**, v.50, p.93-98, 1990.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.;LEWIS, B.A. Symposium: Carbohydrate metodoloy, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.**, v.74, p.3583-97. 1991.

**Tabela 1- Composição percentual das dietas em termos de Matéria Seca (%).**

	<b>Dietas</b>			
	<b>0%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>
<b>Feno de Tifton 85</b>	30,00	30,00	30,00	30,00
<b>Ração Comercial (Uni-Turbo)</b>	30,00	30,00	30,00	30,00
<b>Polpa de Citrus</b>	40,00	39,00	38,00	36,00
<b>Sais de cálcio de ácidos graxos (Megalac® )</b>	-	1,00	2,00	4,00
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabela 2 – Composição bromatológica das dietas em base seca.**

	<b>Dietas</b>			
	<b>0%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>
<b>MS</b>	90,50	90,55	90,60	90,70
<b>PB</b>	11,97	11,91	11,85	11,73
<b>EE</b>	1,75	2,55	3,35	4,95
<b>MM</b>	4,34	4,51	4,68	5,03
<b>FDN</b>	39,11	38,87	38,62	38,13
<b>FDA</b>	23,10	22,85	22,61	22,12
<b>Ca</b>	0,82	0,82	0,82	0,82
<b>P</b>	0,23	0,23	0,23	0,23

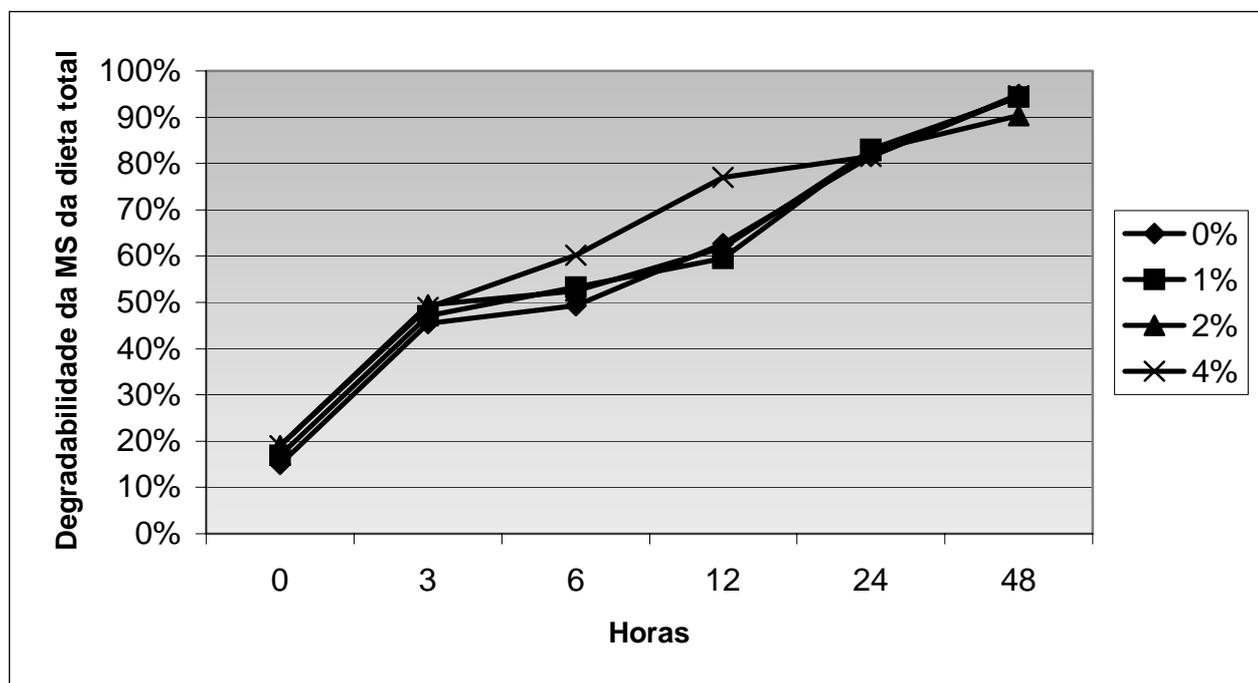


Figura 1-Curva média da degradação da MS da dieta total em bovinos Nelore recebendo níveis de sais de cálcio de ácidos graxos.

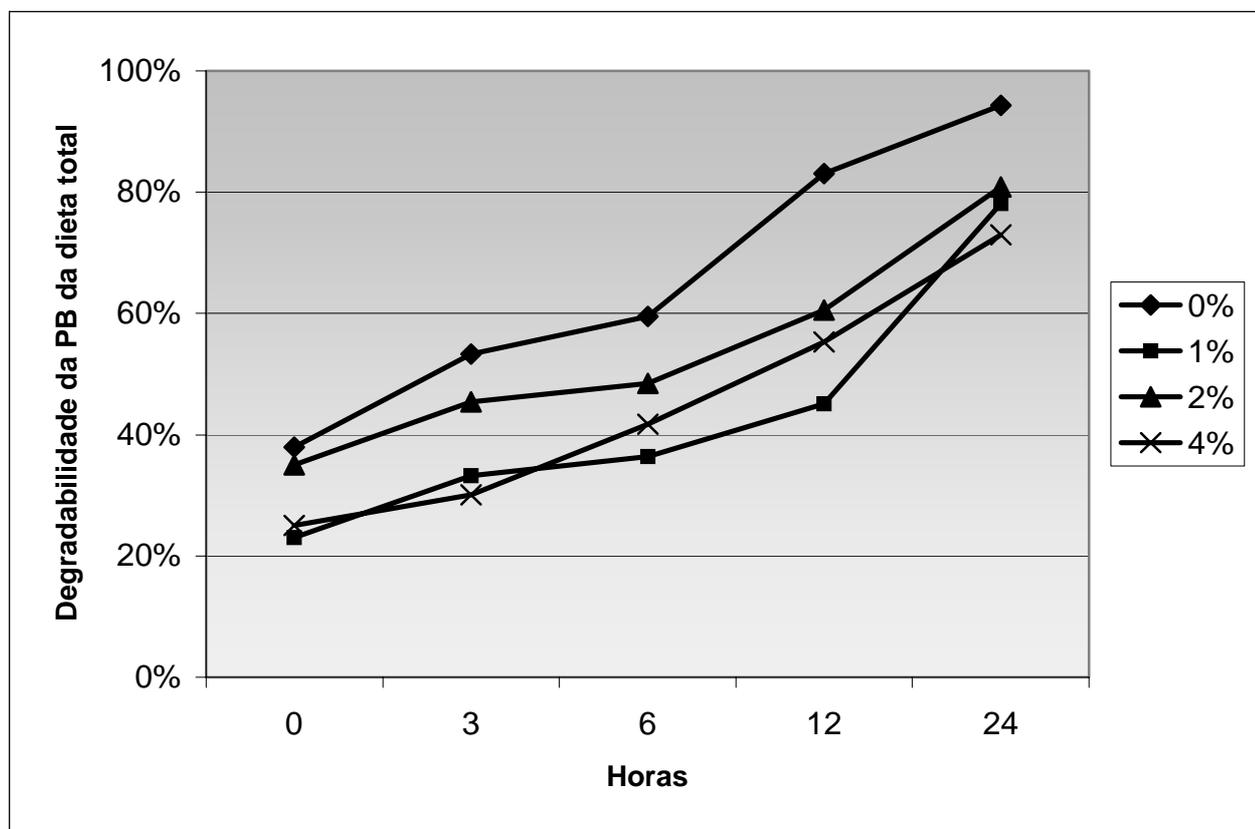


Figura 2-Curva média da degradação da PB da dieta total em bovinos Nelore recebendo níveis de sais de cálcio de ácidos graxos.

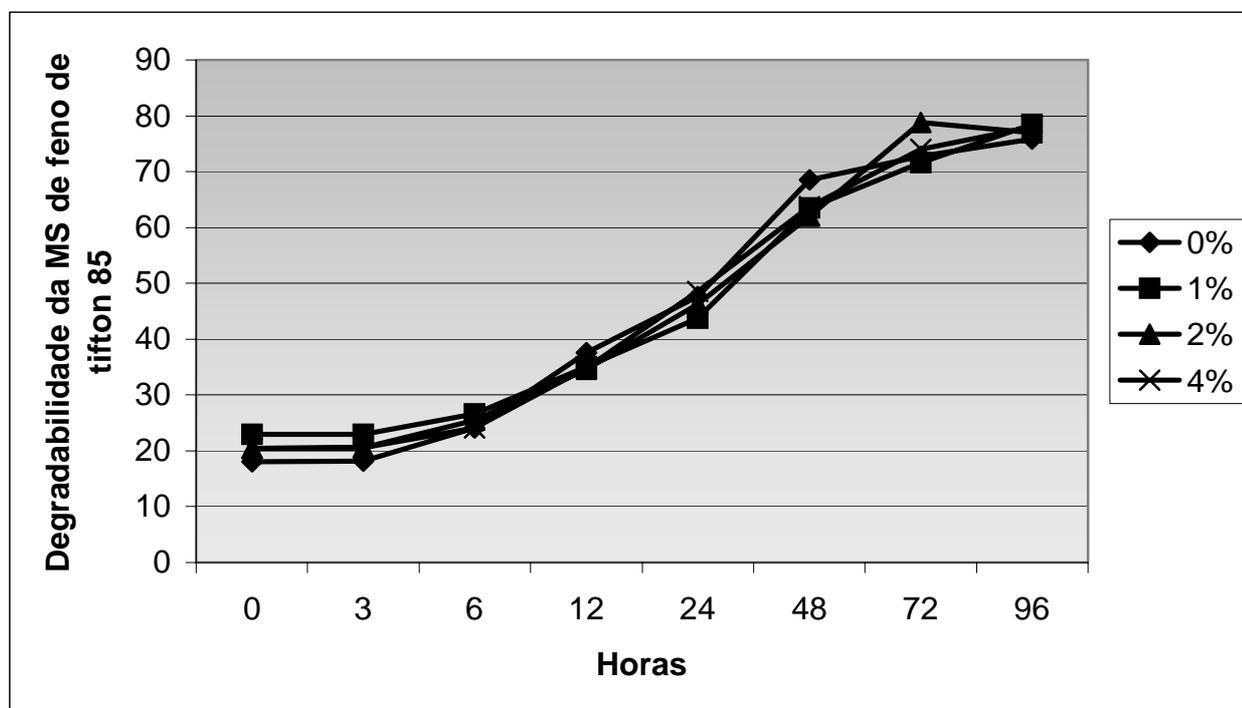


Figura 3-Curva média da degradação da MS do feno de Tifton 85 em bovinos Nelore recebendo níveis de sais de cálcio de ácidos graxos.

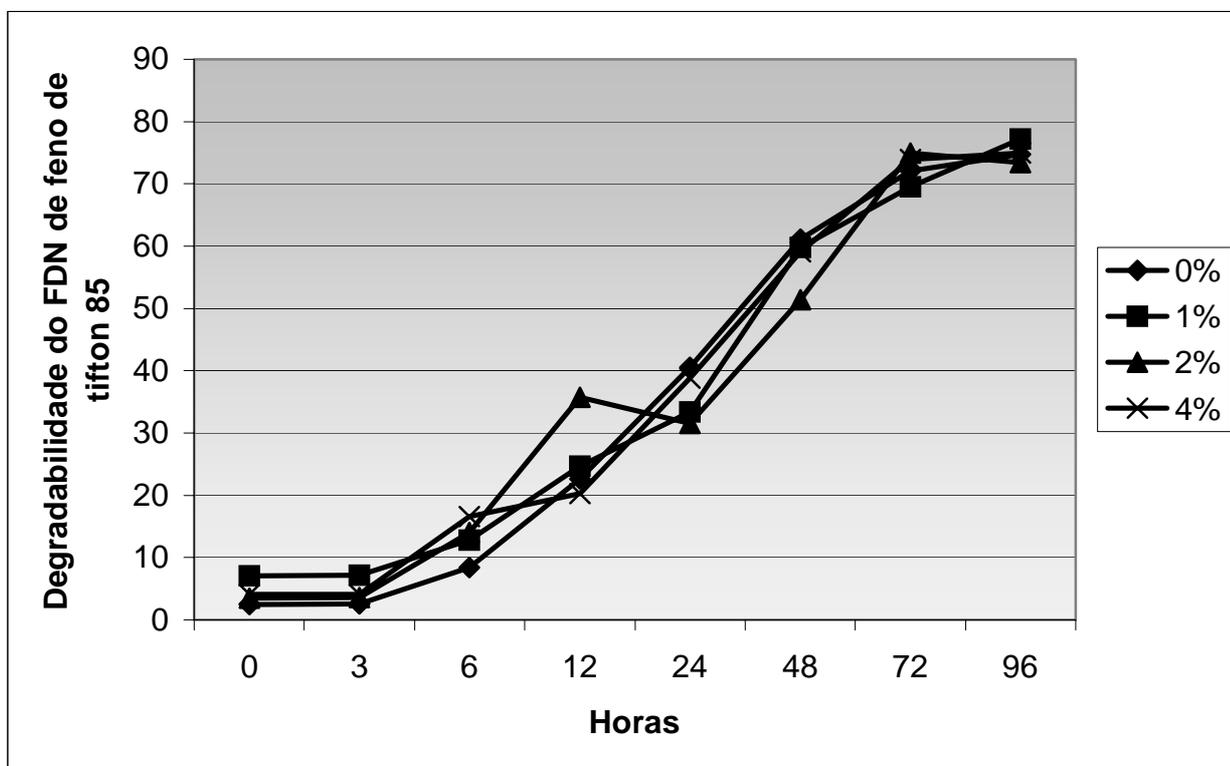


Figura 4- Curva média da degradação de FDN de feno de Tifton 85 em bovinos Nelore recebendo níveis de sais de cálcio de ácidos graxos .

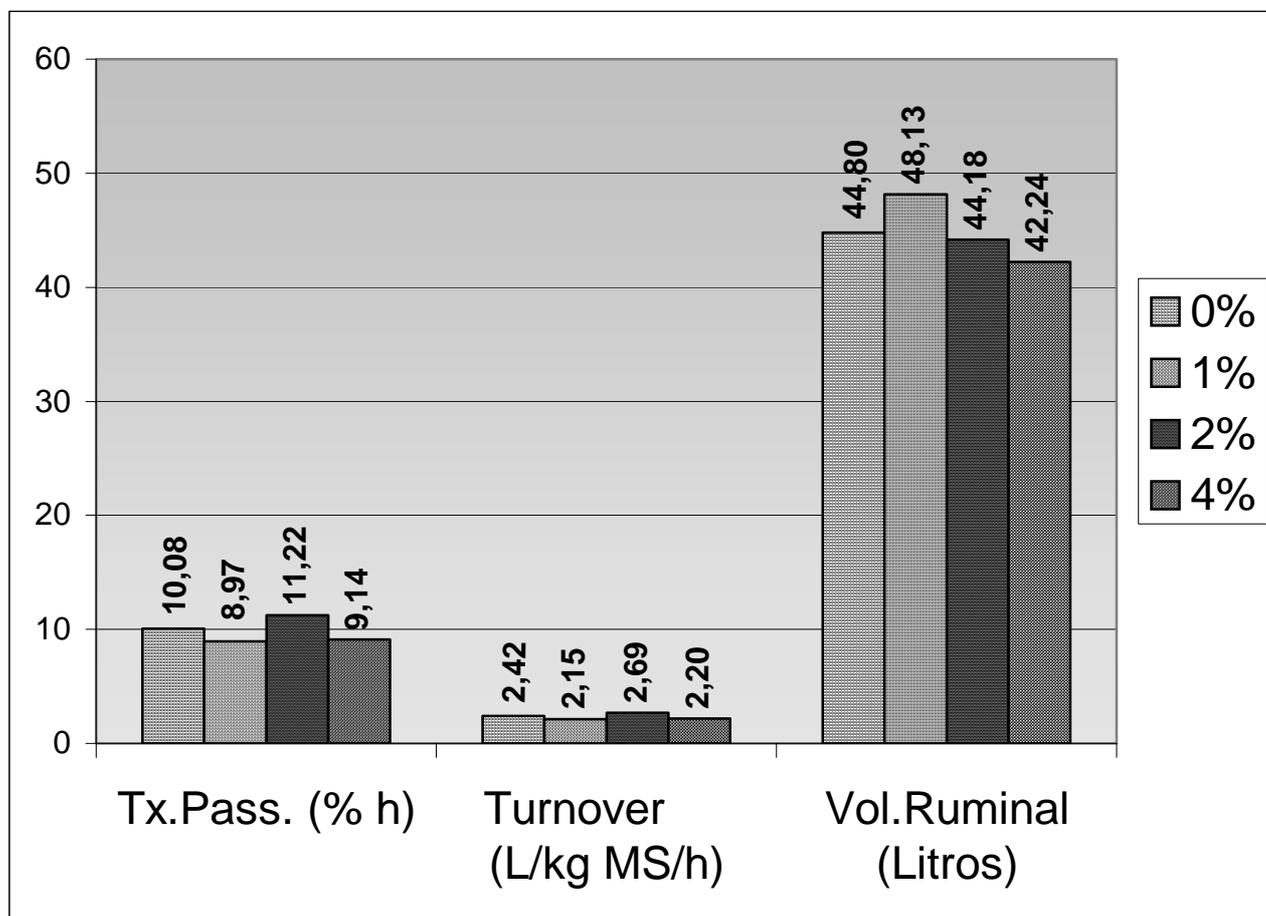


Figura 5- Médias de Taxa de Passagem, *Turnover* e Volume Ruminal de bovinos Nelore recebendo níveis de sais de cálcio de ácidos graxos.

## IMPLICAÇÕES

- Os sais de cálcio de ácidos graxos é uma boa fonte de lipídeo, quando se avalia a proteção.
- Os sais de cálcio de ácidos graxos podem ser empregados nas rações de ruminantes, em especial para bovinos de corte, sem que alterem a fermentação ruminal, pois apresentaram-se relativamente inertes no rúmen, indicando que níveis de até 4% suplementados na dieta foram fontes eficientes de lipídeos para bovinos da raça Nelore.
- Mais trabalhos devem ser realizados para avaliar os efeitos da suplementação dos sais de cálcio de ácidos graxos em bovinos de corte, assim como sua influência no ambiente ruminal.