UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ROBERTA FERREIRA CARVALHO

Efeito da alga calcária e da monensina no controle da acidose de bovinos Nelore submetidos a mudança abrupta para dieta com elevada proporção de concentrado

Pirassununga

2014

ROBERTA FERREIRA CARVALHO

Efeito da alga calcária e da monensina no controle da acidose de bovinos Nelore submetidos a mudança abrupta para dieta com elevada proporção de concentrado

Versão corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título em Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Leme

Pirassununga

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo

Carvalho, Roberta Ferreira

C331e Efeito da alga calcária e da monensina no controle de
acidose de bovinos nelore submetidos a mudança abrupta
para dieta com elevada proporção de concentrado /
Roberta Ferreira Carvalho. -- Pirassununga, 2014.

67 f.

Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo.

Departamento de Engenharia de Biossistemas.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade
Animal.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Leme.

1. Confinamento 2. Transição abrupta
3. Alto concentrado 4. pH ruminal. I. Título.

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais Suely e José Nivaldo,
por toda dedicação, amor, paciência e apoio incondicional dedicados a mim.

Aos meus irmãos Rejane e Renato,
por serem sempre exemplos de irmãos, pela generosidade, amor e apoio sempre
dispensados a mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por todas as bênçãos concedidas em minha vida.

A minha família que sempre me apoiou e me deu todas as condições possíveis para eu correr atrás dos meus objetivos.

Aos animais 167, 176, 171, 168, 170, 169, 137 e 173, utilizados na condução deste estudo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

Aos meus professores da PUC – Poços de Caldas, por todos os ensinamentos transmitidos, tanto profissionalmente quanto pessoalmente.

Aos professores da FZEA/USP pelos ensinamentos transmitidos.

Ao meu orientador o Prof. Dr. Paulo Roberto Leme, pela oportunidade e confiança concedida, aos ensinamentos transmitidos e pelo auxílio e paciência durante estes anos.

Ao Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva por abrir as portas para mim em meu estágio curricular, pelo apoio e auxílio durante o mestrado.

Ao Prof. Dr. Paulo Henrique Mazza Rodrigues e sua equipe, por ceder os dataloggers utilizados neste trabalho e auxílio nas análises dos dados.

A empresa Sanphar, pelo fornecimento do produto e apoio financeiro.

Aos funcionários Ricardinho, Dione, Zanca e João por todo auxílio e amizade durante a execução deste trabalho.

Aos estagiários Bola, Henrique, Joyce, Mariana, Lapada e Thais pela ajuda e amizade durante as coletas.

Aos grandes amigos e companheiros de pós graduação Madeline, Aninha, Leticia, Claiton, Ju, Dan, Katiéli e Marreco por toda ajuda na execução deste trabalho, além da amizade e momentos de descontração.

Aos amigos do ceber, Capi, Inseto, Andréia, Delaila, Dipsy, Dani, Gi, Nayara, Fabi, Keni, Raphael, Amoracyr, Thays, Fabio, Henrique e Lina pelas conversas e momentos de descontração.

As minhas companheiras da República Eldorado Mirelle, Grazi, Mari, Marcela, Thais e Dani, pelas conversas, conselhos e momentos divertidos.

A Madeline por me receber em sua casa em Pirassununga, pela ajuda em todas as fazes deste trabalho, desde a preparação da ração até as análises estatísticas e por toda amizade sempre.

A Aninha por ter me acolhido em sua casa, pela amizade, apoio nos momentos difíceis e compartilhar os momentos de alegria.

A minha amiga Mayara que esteve sempre ao meu lado desde a graduação, me dando apoio nos momentos difíceis e compartilhando os momentos de alegria.

A todos vocês, meus sinceros agradecimento!

EPÍGRAFE

Escolhe um trabalho de que gostes, e não terás que trabalhar nem um dia na tua vida.

Confúcio

RESUMO

CARVALHO, R. F Efeito da alga calcária e da monensina no controle da acidose de bovinos Nelore submetidos a mudança abrupta para dieta com elevada proporção de concentrado.

Aditivos são amplamente utilizados em dietas ricas em concentrado para prevenir distúrbios metabólicos. A alga calcária, *Lithothamnium calcareum*, produto natural e renovável, fonte de carbonato de cálcio, pode ser uma alternativa na prevenção destes distúrbios. Este estudo foi desenvolvido para avaliar o efeito das fontes de cálcio, com ou sem monensina sódica na dieta, no controle da acidose ruminal de bovinos Nelore recebendo de forma abrupta uma dieta com elevada proporção (92,3%) de concentrado. Oito bovinos portadores de cânulas ruminais foram distribuídos em um delineamento quadrado latino (4x4) duplo. Os tratamentos foram a adição a dieta base com diferentes fontes de cálcio, calcário calcítico (CC) ou produto a base de alga calcária (AC), com (CMO) ou sem (SMO) a presença de monensina. A inclusão de CC, AC e monensina foi, respectivamente, de 7,1 g/kg, 7,4 g/kg e 30 mg/kg MS. Não houve efeito das fontes de cálcio e da monensina sobre o consumo alimentar e concentração total dos ácidos graxos de cadeia curta. Os tratamentos com AC resultaram em maior pH ruminal médio ($P=0,039$), menor tempo com pH ruminal abaixo de 5,2 ($P<0,001$) e um maior pH sanguíneo ($P=0,006$). Os tratamentos com monensina apresentaram menor tempo com pH ruminal abaixo de 5,2 ($P=0,023$). O produto a base de alga calcária pode ser uma boa alternativa para prevenir distúrbios metabólicos em animais submetidos a mudanças abruptas para dietas com elevada proporção de concentrado.

Palavras chave: confinamento, transição abrupta, alto concentrado, pH ruminal.

ABSTRACT

CARVALHO, R. F. Effect of calcareous algae and monensin in the control of acidosis in Nellore submitted abrupt change in diet with high concentrate.

Additives are used in high concentrate diets in order to prevent metabolic disorders. Calcareous algae (*Lithothamnium calcareum*), a natural and renewable product, may be an alternative to prevent these disorders. This study was designed to evaluate the effect of calcium sources and monensin in the control of ruminal acidosis of Nellore cattle, abruptly fed a high (92.3%) concentrate diet. Eight cannulated steers were randomly assigned to a doubled 4x4 Latin square design. The treatments were the inclusion of different sources of calcium to the basic diet, limestone or calcareous algae, with or without the presence of monensin. The inclusion of limestone, calcareous algae and monensin was, respectively, 7.1 g/kg, 7.4 g/kg and 30mg/kg DM. There was no effect of calcium source ($P=0.607$) and monensin ($P=0.294$) on feed intake and in the short chain fatty acids concentration. Treatments with calcareous algae based product resulted in greater ruminal pH mean ($P=0.039$), lower time rumen pH remained below 5.2 ($P<0.001$) and better control of blood pH ($P=0.006$). Treatments with the presence of monensin also resulted in lower time of rumen pH below 5.2 ($P=0.023$). Calcareous algae may be an alternative to be used in pH control of beef cattle fed high concentrate diets.

Key words: Feedlot, abrupt transition, high concentrated, ruminal pH.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Média diária da ingestão de matéria seca em % de PV dos animais alimentados com produto a base de alga calcária (AC) ou calcário calcítico (CC), com (CMO) ou sem (SMO) monensina.23
- Figura 2- Consumo individual de animais alimentados com produto a base de alga calcária (AC) ou calcário calcítico (CC), com (CMO) ou sem (SMO) adição de monensina, que apresentaram baixa IMS no dia 3.23
- Figura 3- Média do pH ruminal dos animais recebendo a dieta com elevada proporção de concentrado durante o período experimental com produto a base de alga calcária (AC) ou calcário calcítico (CC), com (CMO) ou sem (SMO) adição de monensina.25
- Figura 4- Tempo médio (em minutos) em que os animais tratados com o produto a base de alga calcária (AC) ou calcário calcítico (CC), com (CMO) ou sem (SMO) adição de monensina permaneceram abaixo do pH 5,6.26
- Figura 5- Tempo médio (em minutos) em que os animais tratados com o produto a base de alga calcária (AC) ou calcário calcítico (CC), com (CMO) ou sem (SMO) adição de monensina permaneceram abaixo do pH 5,226
- Figura 6- Número de animais tratados com o produto a base de alga calcária (AC) ou calcário calcítico (CC), com (CMO) ou sem (SMO) adição de monensina que apresentaram casos de acidose durante o período experimental.27
- Figura 7- Tempo médio (em minutos) dos animais tratados com o produto a base de alga calcária (AC) ou calcário calcítico (CC), com (CMO) ou sem (SMO) adição de monensina, que apresentaram acidose durante o período crítico.28
- Figura 8- Relação acetato:propionato dos animais tratados com o produto a base de algas calcárias (AC) ou calcário calcítico (CC), com (CMO) ou sem (SMO) adição de monensina durante o período experimental.31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição das dietas com diferentes fontes de cálcio, expresso em porcentagem na matéria seca (MS)	16
Tabela 2- Composição química do produto a base de alga calcária (AC) e do calcário calcítico (CC).....	17
Tabela 3- Consumo alimentar médio de novilhos Nelore alimentados com dietas com calcário calcítico (CC) ou produto a base de algas calcárias (AC), com (CMO) ou sem (SMO) adição de monensina.....	22
Tabela 4- Média do pH ruminal, tempo abaixo do pH 5,6 e 5,2 e área abaixo do pH 5,6 e 5,2, de novilhos Nelore alimentados com dietas com calcário calcítico (CC) ou produto a base de alga calcária (AC), com (CMO) ou sem (SMO) adição de monensina.....	24
Tabela 5- Características sanguíneas de novilhos Nelore alimentados com dietas com calcário calcítico (CC) ou produto a base de alga calcária (AC), com (CMO) ou sem (SMO) adição de monensina.. ..	29
Tabela 6- Média da concentração de ácidos graxos de cadeia curta (em mM), lactato (mM) e N-amoniaco (mg/dL) de novilhos Nelore alimentados com dietas com calcário calcítico (CC) ou produto a base de alga calcária (AC), com (CMO) ou sem (SMO) adição de monensina.....	30
Tabela 7- Efeito da monensina e fontes de cálcio na concentração de butirato e isovalerato.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Metabolismo Ruminal.....	3
2.2 Adaptação à dieta com elevada proporção de concentrado	4
2.3 Acidose	5
2.4 pH ruminal.....	6
2.5 Aditivos alimentares	7
2.5.1 Monensina sódica	9
2.5.2 Tamponantes	10
2.5.3 Alga Calcária Lithothamnium calcareum.....	11
2.5.4 Calcário Calcítico	12
3 OBJETIVO E HIPÓTESE	13
4 MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 Animais, instalações e delineamento experimental.....	14
4.2 Dieta basal e tratamentos	14
4.3 Consumo de matéria seca	17
4.4 Aferição do pH ruminal.....	18
4.5 Conteúdo Ruminal	18
4.5.1 Determinação de AGCC, lactato e nitrogênio amoniacal.....	19
4.6 Análise Sanguínea	21
4.7 Análises Estatísticas	21
5 RESULTADOS	22
5.1 Consumo Alimentar.....	22
5.2 Controle do pH ruminal	24
5.3 Análises Sanguíneas	28
5.4 Fermentação Ruminal.....	29
6. DISCUSSÃO	33
6.1 Consumo alimentar	33
6.2 pH Ruminal	34
6.3 Análises Sanguíneas	36
6.4 Fermentação Ruminal.....	39

7. CONCLUSÃO.....	43
REFERENCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados da USDA (2014), a produção mundial de carne bovina em 2013 foi de 57,5 milhões de toneladas com grande representatividade do Brasil, Estados Unidos, Índia, e União Europeia.

De acordo com os dados da CONAB (2014) o rebanho bovino nacional em 2013 atingiu 212 milhões de cabeças e produziu mais de nove milhões de toneladas em equivalente carcaça, sendo exportados dois milhões de toneladas em equivalente carcaça.

Estima-se que mais de 90% dos animais abatidos sejam oriundos de sistemas de produção em pastagem. O sistema de confinamento brasileiro é relativamente novo e encontra-se em expansão, principalmente nos últimos 10 anos. Os animais são confinados principalmente durante a época da seca, quando a disponibilidade de pastagem é menor. Esta estratégia é usada para manter um fornecimento constante de carne e atender a demanda nacional e internacional, que é cada vez maior. No entanto, este sistema ainda em desenvolvimento no país, necessita de algumas evoluções, como nos quesitos de logística, manejo de distribuição e mistura de alimentos, e protocolos de adaptação (MILLEN et al., 2009, MILLEN et al., 2011).

As dietas utilizadas em confinamento possuem uma elevada proporção de concentrado e extensivo uso de grãos processados, que proporcionam melhor desempenho animal, porém aumentam a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e lactato, o que favorece a ocorrência da acidose ruminal, afecção que mais acomete bovinos confinados, após as respiratórias. A acidose pode se agravar e resultar em casos de ruminite, permitindo a passagem de bactérias e toxinas do rúmen para a corrente sanguínea, possibilitando a ocorrência de laminite e acidose metabólica, podendo levar o animal a morte (OWENS et al., 1998; VASCONCELOS e GALYEAN, 2008).

Quando o volumoso é ofertado em baixa proporção ou com tamanhos de partículas inadequadas, diminui a sua efetividade da fibra, a produção de tampão salivar é baixa, sendo necessária a inclusão de aditivos na dieta (PEREIRA et al., 1999).

Os aditivos alimentares são utilizados para melhorar a eficiência de utilização da dieta, controlar a fermentação e manter o pH ruminal estável. A adição de

aditivos tem sido amplamente estudada e utilizada (STOCK et al., 1995; FERELI et al., 2010; ELLIS et al., 2012).

Entretanto, o uso de alguns aditivos, como a monensina e salinomicina, foram proibidos pela União Europeia, intensificando a procura por produtos alternativos para a alimentação de ruminantes.

A alga calcária (*Lithothamnium calcareum*) é rica em carbonato de cálcio e possui elevada biodisponibilidade dos micronutrientes encontrados na sua parede celular (DIAS, 2000), além de possuir um bom equilíbrio entre seus polimorfos (calcita, vaterita, aragonita, dolomita). Sua utilização na agricultura (SOUZA et al., 2007; SOUZA et al., 2009) e na nutrição animal vem sendo estudada (FARRAN et al., 2003; MELO et al., 2006), devido as suas características, podendo ser uma boa alternativa no controle do pH e parâmetros ruminais, porém pouco se sabe sobre sua utilização para bovinos de corte na transição de dietas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Metabolismo ruminal

A população microbiana ruminal é constituída essencialmente por bactérias, protozoários e fungos. O sinergismo existente nesta população possibilita a fermentação anaeróbia dos alimentos, principalmente do tipo fibroso, permitindo a degradação pela ação de complexos enzimáticos, que agem sobre a parede celular das plantas, permitindo a conversão de alimentos de baixa qualidade em proteína de alta qualidade (VARGA & KOLVER, 1997).

Para que ocorra uma fermentação adequada, algumas condições ruminais são de grande importância, tais como: temperatura entre 38 e 41 °C, umidade entre 85 a 90%, osmolaridade entre 260 e 340 mOsm e pH entre 5,5 e 7,2 (MARINO et al., 2009).

O teor de material fibroso influencia o pH e o crescimento bacteriano ruminal. Valores inadequados de fibra resultam em diminuição do pH, podendo causar acidose ruminal clínica ou subclínica (KLEEN et al., 2003). Juntamente com a queda do pH, influenciam as populações microbianas (MARTIN, 1998). Nestas condições, a produção de proteína bacteriana e de AGCC pode se alterar levando à queda no consumo alimentar.

A maioria dos nutrientes contidos nos alimentos, principalmente as fontes de carboidratos e proteínas, é convertida em AGCC, em massa microbiana e em gases, como metano, dióxido de carbono e hidrogênio (BAKER, 1999). Os AGCC representam a principal fonte de energia, representam em torno de 75 a 80% da energia originalmente presente nos carboidratos fermentados (KOZLOSKI, 2002). O acúmulo de AGCC no rúmen abaixa o pH do fluido ruminal, porém, em condições fisiológicas adequadas, são rapidamente absorvidos pelo epitélio ruminal (BERGMAN, 1990).

O aumento na disponibilidade de carboidratos fermentescíveis, leva ao aumento da glicose no rúmen (GALYEAN; RIVERA, 2003), que em excesso estimula o crescimento de microrganismos produtores de lactato, aumenta a taxa de

fermentação e os produtos finais da fermentação, o que diminui o pH (OWENS et al., 1998). Esta acidificação provoca inicialmente a morte de protozoários e parte das bactérias gram negativas e diminuição da atividade de bactérias que utilizam ácido láctico.

O ácido láctico acumulado pode causar uma grande queda no pH ruminal, por possuir um valor baixo de pKa (3,7), que resulta em um aumento na osmolaridade do conteúdo ruminal em relação a sanguínea. Esta desigualdade na osmolaridade provoca a passagem de água e em menor grau de íons, do organismo para o rúmen, podendo causar desidratação de grau variável (HUBER, 1971).

Segundo Bergman (1990), quando a dieta é alterada, ocorre um período de transição na população ruminal, modificando as proporções das diferentes espécies de microrganismos ruminais, adaptados a nova dieta. Esse período pode variar de dias a semanas, dependendo da forma que a adaptação é realizada.

2.2 Adaptação à dieta com elevada proporção de concentrado

Counette e Prins (1981) definiram o termo adaptação, para ruminantes, quando estes fossem capazes de se alimentarem com dietas contendo ingredientes concentrados, sem causar danos a saúde do animal, como acidose ruminal.

Oliveira e Millen (2011) estudaram os protocolos brasileiros mais utilizados na adaptação às dietas com elevada proporção de concentrado, e observaram que os protocolos mais utilizados são, o de escada (60,6%), na qual o nível de concentrado é aumentado gradativamente até atingir o nível desejado na dieta final, com menos energia que a dieta de terminação (15,1%), restrição alimentar pela energia da dieta final (12,1%), mistura de duas dietas (3%), mistura de dietas e programa de escadas com múltiplas rações (3%), programa de escadas com múltiplas dietas (3%) e nenhum (3%).

Uma rápida adaptação dos bovinos a dieta com elevada proporção de concentrado é desejável, pois proporciona melhor ganho de peso diário e eficiência de ganho (BURRIN; BRITTON, 1986), porém aumento do risco de acidose. Mesmo com adaptação gradual o risco de acidose não é nulo.

Burrin e Britton (1986) utilizaram diferentes doses diárias de monensina (0, 150, 300 mg monensina/animal) em dietas com 75% de concentrado, fornecidas de forma abrupta a 54 novilhos. Após 12 horas todos os animais apresentaram queda no pH ruminal de 6,5 para 5,5, sugerindo a ocorrência de acidose subclínica, entretanto, 16 horas após o fornecimento da dieta observou-se maior pH para os tratamentos com maiores níveis de monensina. As concentrações de lactato foram baixas, sugerindo pouca contribuição deste na ocorrência de acidose. O pico de AGCC ocorreu entre 12 e 16 horas após ingestão. O uso de monensina diminuiu as concentrações de acetato e butirato às 8, 12 e 16 horas.

Bevans et al. (2005) estudaram as formas de adaptação rápida ou gradual a dietas com elevada proporção de concentrado e a ocorrência de acidose de bovinos confinados e verificaram que a variação do pH de hora em hora, durante as primeiras 24 horas, não diferiu entre os tratamentos, assim como a ingestão de matéria seca, concentração de ácidos graxos voláteis e osmolaridade, sugerindo que a maioria dos bovinos pode ser rapidamente adaptados a dietas com muito concentrado.

2.3 Acidose

Galyean e Eng (1998) discutiram a acidose ruminal como um distúrbio envolvendo alguns fatores com múltiplas inter-relações. Ingestão de alimentos, população microbiana e tipo de dieta são alguns deles. O entendimento das inter-relações existentes entre estes fatores exige o conhecimento do grau de mudança na fermentação ruminal e população microbiana ocorrida durante a adaptação às dietas de alto concentrado.

A ingestão de dietas que possuem elevadas proporções de concentrado por animais não adaptados, propicia o aparecimento da acidose (KLEEN et al., 2003). Rode (2002) afirma que a maioria dos microrganismos e o ambiente desses animais é muito diferente daquele no qual a maioria dos microrganismos e os próprios animais evoluíram.

Acidose ruminal tem sido foco de extensivas pesquisas desde que o fornecimento de dietas com elevada proporção de grãos tornou-se uma prática

corriqueira, sendo considerada a desordem metabólica mais comum em confinamentos.

O consumo excessivo de carboidratos altamente fermentescíveis causa um acúmulo de ácidos orgânicos no rúmen, com subsequente queda do pH. Com isso, cria-se um desequilíbrio entre a produção e utilização microbiana e a absorção pela parede ruminal (NAGARAJA e TITGEMEYER, 2007).

O acúmulo total de ácidos orgânicos (AGCC e lactato) no rúmen é que determina o grau de acidez ruminal. Baseado no pH ruminal e na evidência ou não de sinais clínicos, a acidose é classificada em subclínica ou clínica. Segundo Owens et al. (1998), pH abaixo 5,6 por mais de 720 minutos é considerado o limite do qual se desencadeia a acidose subclínica e pH abaixo de 5,2 por 360 minutos ou mais acidose clínica (OWENS et al. 1998).

O pH ruminal é considerado um fator crítico para manter as funções ruminais normais e estáveis, pois tem efeito direto sobre a população microbiana e seus produtos da fermentação, bem como sobre funções fisiológicas de motilidade e absorção (NAGARAJA; LECHTENBERG, 2007).

Efeitos sistêmicos da acidose também são observados na elevação da concentração de lactato sanguíneo (BROWN et al., 2000), queda do pH plasmático, excesso de bases e bicarbonato, bem como aumento do volume globular (NAGARAJA et al., 2007).

2.4 pH ruminal

A regulação do sistema ácido-base em ruminantes é diferente das outras espécies. O rúmen representa uma câmara aquosa que difere da variação de pH quando comparado com a regulação ácido-base do sistema sanguíneo, rigorosamente controlado (KRONFIELD, 1976) através de sistemas tampões muito eficientes que incluem bicarbonato, fosfato, hemoglobina, amônia e proteínas (OWENS et al., 1998)

O pH ruminal é relacionado diretamente com as concentrações dos AGCC (VALADARES FILHO; PINA, 2006). Estes são influenciados pela produção das bactérias ruminais, pela absorção de AGCC, pelo fluxo de água através da parede

ruminal, pelo fluxo salivar e seus constituintes tampão, pela acidez do alimento e pela passagem de líquido para o omaso e trato digestório inferior (BALDWIN, 1979).

Dietas com maior teor de fibra resultam em pH mais alcalino, favorecendo o crescimento de bactérias celulolíticas, menor concentração dos AGCC total e maior relação acetato:propionato. Dietas com maior proporção de concentrado resultam em um pH mais ácido sendo que valores abaixo de 6 inibem o crescimento das bactérias celulolíticas e favorecem o crescimento das amilolíticas (NUSSIO et al., 2006).

Em muitos casos, a regulação do pH ruminal pode não ser eficiente, podendo desencadear problemas à saúde e menor desempenho do animal (RUSSEL; CHOW, 1993). Para ajudar a regulação do pH os aditivos podem ser utilizados.

2.5 Aditivos alimentares

O uso de aditivos no Brasil tem sido crescente, sendo que mais de 90% dos nutricionistas utilizam algum tipo de aditivo na dieta. Os mais utilizados são os ionóforos, seguido dos tamponantes, probióticos, leveduras e antibióticos não ionóforos (MILLEN et al., 2009).

Os ionóforos são ácidos orgânicos, produzidos através fermentação de algumas espécies de *Streptomyces*, capazes de modificar a fermentação ruminal. São substâncias capazes de interagir passivamente com íons e cátions (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+}). Atualmente são conhecidos vários tipos de ionóforos, destacando-se como os mais populares a monensina sódica e a lasalocida (RANGEL et al., 2008.).

O mecanismo de ação dos ionóforos está relacionado com fatores estruturais da parede celular e esta é responsável por regular o balanço químico entre o meio interno e externo da célula, sendo o equilíbrio mantido por um mecanismo chamado bomba iônica. O ionóforo ao se ligar ao cátion de maior afinidade transporta-o através da membrana celular para dentro da bactéria, esta por sua vez utiliza o mecanismo da bomba iônica na tentativa de manter sua osmolalidade, utilizando sua energia de forma excessiva, até deprimir as suas reservas, afetando o crescimento das bactérias gram positivas e favorecendo o crescimento das bactérias gram negativas (RANGEL et al., 2008).

O ionóforo se liga à uma substância polar, transportando íons H^+ e cátions (principalmente Na^+ e K^+), levando ao acúmulo de H^+ no interior da célula bacteriana. Este acúmulo de H^+ no citoplasma causa uma perda do equilíbrio na produção de energia pela célula bacteriana, além de gasto de energia para a retirada do excedente de H^+ interno, causando a morte celular (MORAIS, 2005; PRESSMAN, 1976).

Alguns dos benefícios proporcionados pelos ionóforos são: redução das perdas energéticas devida à produção de metano (RUSSELL; STROBEL, 1989), modificação dos padrões de fermentação, aumentando a produção de propionato ruminal (PERRY et al., 1976), prevenção de distúrbios digestivos como a acidose (OWENS et al., 1998) e aumento do fluxo de lipídeos para o intestino delgado (CLARY et al., 1993). Segundo Schelling (1984), o ionóforo mais utilizado como modelo para analisar as funções e modo de ação é a monensina.

A suplementação com ionóforos leva a uma marcante redução na população de microrganismos gram positivos, que são os principais produtores de lactato no rúmen (WALLACE; CHESSON, 1996).

Outro tipo de aditivo, os tamponantes são utilizados com a finalidade de manter o pH do rúmen dentro de parâmetros que proporcionem condições normais de fermentação ruminal. A regulação da homeostase requer que o número de partículas positivas iguale o número de negativas (ESCOBOSA, 1984).

A saliva através do bicarbonato e a eructação através do controle de CO_2 fazem parte do sistema tampão natural (KOHN; DUNLAP, 1998). Animais em sistema de pastejo não necessitam adição de tamponantes a dieta, pois a pastagem é rica em fibra que estimula a produção da saliva. Além disso, a concentração de carboidratos não estruturais (CNE) da forragem não sobrecarrega o sistema de tamponamento do rúmen, diferentemente de dietas ricas em concentrado, que possuem alto teor de CNE, que necessitam de aditivos para manter uma estabilidade ruminal para a fermentação.

A inclusão de aditivos tamponantes, como o sesquicarbonato de sódio (LEVENTINI et al., 1990), calcário calcítico (HAALAND et al., 1982), bicarbonato de sódio (HAALAND & TYRRELL, 1982), carbonato de cálcio e óxido de magnésio (STAPLE & LOUGH, 1989), é indicada quando a dieta possui uma alta proporção de concentrado.

Segundo Millen et al. (2009) os tampões são os segundos aditivos mais utilizados no Brasil.

2.5.1 Monensina sódica

É um ionóforo produzido naturalmente a partir de cepas de *Streptomyces ciannamonensis* (DUFFIELD et al., 2008).

Possui capacidade de proteger e deslocar as cargas de íons, formando complexos com cátions. Desta forma facilita movimentos através da membrana celular, uma vez que a superfície da membrana é composta por lipídeos e, uma grande quantidade de energia seria necessária para transpô-las, ou seja, funciona como veículo de transporte através da membrana. Sua ação é mais eficaz contra bactérias gram positivas (produtoras de acetato, butirato, hidrogênio e formato) devido à ausência de membrana externa (BERGEN; BATES, 1984). A monensina sódica regula primariamente o Na⁺, pois sua afinidade com este íon é dez vezes maior do que com K⁺, e não tem afinidade por íons bivalentes (PRESSMAN, 1976).

A melhora na eficiência alimentar no confinamento tem sido verificada em vários testes, indicando uma série de mudanças biológicas que ocorrem com sua utilização, como na produção de ácido (aumento de propionato e diminuição de acetato, butirato e lactato), menor consumo de ração, aumento na digestibilidade da matéria seca e digestibilidade da proteína e diminuição da taxa de passagem (SCHELLING, 1984).

Em uma avaliação de 228 estudos que envolveram 11.274 bovinos alimentados com monensina ou controle, foi verificado que bovinos alimentados com monensina obtiveram ganho de peso 1,6% maior do que bovinos alimentados com dietas controle e consumo diário alimentar 6,4% menor. Isso resultou em uma melhora de 7,5% na conversão alimentar (GOODRICH et al., 1984).

Nagaraja et al. (1981) observaram eficácia na prevenção da acidose em bovinos usando lasalocida ou monensina na dose de 1,3mg/kg. Os animais que receberam os ionóforos apresentaram maior pH ruminal, maior quantidade da AGCC totais e maior proporção de propionato em relação ao grupo controle.

Stock et al. (1995) avaliaram o efeito da monensina sobre a variação do consumo e mortes por transtornos digestivos em quatro confinamentos comerciais. As dietas continham elevada proporção de grãos, aproximadamente 82%, e verificaram que o uso da monensina associada a tilosina proporcionou melhor ganho médio diário de peso e eficiência alimentar.

2.5.2 Tamponantes

Tamponantes são substâncias utilizadas com a finalidade de diminuir a variação do pH do rúmen, mantendo os parâmetros nas condições normais em função da fermentação ruminal (ESCOBOSA, 1984).

Um agente tamponante verdadeiro deve ser um sal de um ácido fraco ou de um hidróxido ou óxido, que age neutralizando ácidos presentes nos alimentos ou ácidos produzidos durante a digestão e metabolismo dos nutrientes, é caracterizado pelo seu valor de pKa, isto é, pH no qual a metade dos seus grupos iônicos está ionizável, o poder tamponante é máximo quando o pH do meio é igual ao do agente tamponante (STAPLES; LOUGH, 1989). Normalmente, os agentes tamponantes oferecem resistência às mudanças de pH dentro de uma faixa de uma unidade de seu pKa (ARMENTANO; SOLORZANO, 1988).

Segundo Mendel e Boda (1961), a saliva tem um importante papel na manutenção do pH do fluido ruminal dentro de limites fisiológicos compatíveis com a manutenção da fermentação e a saúde ruminal. O processo de eructação mantém uma pressão de CO₂ no rúmen relativamente constante, quando a pressão gasosa excede a pressão atmosférica. Esta pressão de gás controlada é uma parte essencial do sistema tampão (KOHN & DUNLAP, 1998).

Os aditivos mais utilizados como tampões nas dietas são o bicarbonato de sódio, carbonato de cálcio e óxido de magnésio. Stroud et al. (1985) avaliaram a influência do bicarbonato de sódio e da alfafa desidratada como tamponantes sobre as características ruminiais. O tratamento com bicarbonato de sódio apresentou um maior controle sobre o pH ruminal sem influenciar a produção total de AGCC.

De acordo Miller et al. (1993), deve ser feita a verificação do pH e da capacidade tamponante das substâncias da dieta, para prever se há necessidade de suplementação dietética para controlar o equilíbrio ácido-básico no rúmen.

Segundo Santra et al. (2002) a utilização de substâncias tamponantes em dietas com alta proporção de concentrado pode ajudar a manter o pH ruminal constante, favorecendo o crescimento microbiano e melhorando a digestão da fibra e o desempenho do animal.

2.5.3 Alga calcária *Lithothamnium calcareum*

Composta basicamente por carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, a alga calcária ainda apresenta mais de 20 oligoelementos, presentes em quantidades variáveis, tais como Fe, Mn, B, Ni, Cu, Zn, Mo, Se e Sr. É utilizada em diversas áreas como: agricultura, nutrição animal, dietética, potabilização de águas para consumo, tratamento da água em lagos, implantes em cirurgia óssea e indústria de cosméticos (DIAS, 2001).

O *Lithothamnium calcareum* pertence ao grupo das algas vermelhas ou rodofíceas, da família das Corallineacea, é uma alga de aspecto calcário, pois absorve o carbonato de cálcio e magnésio (DIAS, 2001; MELO & MOURA, 2009).

Podem ser utilizadas em seu estado natural ou após secagem e moagem. Sua principal característica que potencializa sua ação é sua elevada disponibilidade dos micronutrientes, sendo facilmente assimiláveis pelas plantas e animais (GOMES, 2000).

A utilização de farinha de algas calcárias em substituição parcial (10%) da suplementação mineral comercial de bovinos de corte a pasto promoveu ganho de peso significativamente maior quando comparado aos animais que não receberam *Lithothamnium calcareum*. Porém, segundo os autores há necessidade de mais pesquisas para determinar os níveis de utilização e possíveis efeitos desse composto sobre o desempenho de bovinos (MELO; MOURA, 2009).

Orsine et al. (1989) não encontraram efeito das fonte de cálcio, calcário e *Lithothamnium calcareum*, sobre a digestibilidade aparente do feno de *Brachiaria*

decumbens, porém quando comparado ao tratamento controle a alga apresentou uma melhor digestibilidade da proteína bruta, sendo 7,5 e 12% maior nas dosagens de 1000 e 2000ppm, respectivamente.

2.5.4 Calcário calcítico

Utilizado basicamente como fonte de cálcio em dietas, chamou a atenção pela sua possível ação sobre o pH ruminal, despertando a curiosidade de pesquisadores em determinar seu efeito e meio de ação sobre o ambiente ruminal (LAUDERT; MATSUSHIMA, 1982).

As fontes de cálcio podem ser orgânicas ou inorgânicas e, no Brasil, as mais utilizadas na alimentação animal são: fosfato bicálcico, farinha de ossos, carbonato de cálcio, calcário calcítico, calcário dolomítico, cloreto de cálcio e provenientes de algas marinhas (*Lithothamnium calcareum*) (FIALHO et al., 1992).

Além da sua possível ação sobre o pH ruminal, o uso de calcário pode proporcionar uma maior digestibilidade pós ruminal da matéria orgânica, por promover mudanças no pH gastrointestinal e a presença de íons minerais podem alterar a atividade proteolítica das enzimas e mecanismos de transportes de aminoácidos (OWENS et al., 1983)

Haaland et al. (1982) avaliaram o efeito de diferentes níveis de proteína bruta e a adição ou não de calcário calcítico sobre o pH ruminal, observaram um aumento do pH ruminal para dietas com 11% de proteína bruta e calcário calcítico. Ferreira et al. (1995) estudaram diferentes níveis 0, 2 e 4% de inclusão do calcário calcítico sobre o pH ruminal e encontraram diferença significativas para os valores do pH ruminal, que aumentou de acordo com a quantidade de calcário adicionado sendo 5,66, 7,11 e 7,02, respectivamente, para valores após uma hora da ingestão da dieta e 5,93, 7,20 e 7,11, respectivamente, para oito horas após a ingestão da dieta

Sendo assim, o calcário calcítico pode ser uma opção no auxílio do controle do pH ruminal, para dietas com alta proporção de concentrado.

3 OBJETIVO E HIPÓTESE

O objetivo com este trabalho foi avaliar o efeito do uso de aditivos alimentares nas variações do pH ruminal, características sanguíneas, concentração dos ácidos graxos de cadeia curta, nitrogênio amoniacal e lactato de bovinos submetidos a uma mudança abrupta de uma dieta estritamente volumosa para uma dieta contendo elevada proporção de concentrado, bem como comparar seu efeito em relação ao antibiótico monensina sódica, frequentemente usado nesse tipo de dieta.

A hipótese deste trabalho é que o aditivo a base de algas calcárias (Top Buffer[®] Sanphar, Campinas, Brasil) é uma alternativa natural e renovável que auxilia no controle do pH ruminal, reduzindo a ocorrência de acidose em bovinos confinados com dietas contendo elevada proporção de concentrado,

4 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos experimentais foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo.

4.1 Animais, instalações e delineamento experimental

Foram utilizados oito bovinos da raça Nelore fistulados no rúmen, com peso vivo médio de 550 ± 65 kg, alocados em delineamento em quadrado latino 4x4 duplo, com quatro períodos de 24 dias (d -3 ao d 21), com 20 dias de readaptação dos animais à dieta volumosa entre os períodos. Os tratamentos foram arranjos de forma fatorial 2x2, com diferentes fontes de cálcio e com a inclusão ou não de monensina. Os tratamentos foram distribuídos de forma aleatória entre os animais, de modo que nenhum recebesse a mesma dieta mais de uma vez.

A pesquisa foi desenvolvida no Estábulo Experimental do Departamento de Zootecnia da FZEA/USP. Os animais foram confinados em galpão coberto, em baias individuais com cocho de cimento e bebedouros automáticos.

4.2 Dieta basal e tratamentos

As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (1996) para bovinos com peso médio de 550 kg. A proporção dos ingredientes e a composição química da dieta estão apresentadas na Tabela 1.

Todos os animais, antes de cada período experimental com a dieta com elevada proporção de concentrado, passaram por uma readaptação a dieta volumosa de 20 dias, recebendo somente feno de capim-tifton 85 e sal mineral, após esse período todos os animais receberam no primeiro dia (dia 1), de forma abrupta, uma dieta base (Tabela 1) contendo 92,25% de concentrado e 7,75% de volumoso, fornecida uma vez ao dia, às sete horas, durante os 21 dias de cada período. Os tratamentos foram a adição a dieta base de diferentes fontes de cálcio, calcário

calcítico ou produto a base de alga calcária (Top buffer[®] Sanphar, Campinas, Brasil), com ou sem a presença de monensina sódica (Bovensin[®] Phibro, Guarulhos, Brasil), respectivamente, CC, AC, CMO e SMO. A inclusão de calcário calcítico, produto a base de alga calcária e monensina, foi respectivamente de 7,1g/kg, 7,4g/kg e 30ppm, em base seca. O CC e o AC apresentaram, respectivamente, 80,86 e 87,75% de poder neutralizante, 80,60 e 86,36% de poder relativo de neutralização total e 99,69 e 98,41% de reatividade. Ambas as dietas foram formuladas para que as fontes de cálcio (CC ou AC) fornecessem aproximadamente 70% de cálcio das dietas. O AC além de ser fonte de cálcio, apresenta em sua composição outros minerais em comparação ao calcário calcítico (Tabela 2).

Tabela 1- Composição das dietas com diferentes fontes de cálcio, expresso em porcentagem na matéria seca (MS)

Ingredientes (%)	Tratamentos	
	AC	CC
Bagaço de cana cru	7,75	7,75
Milho grão quebrado	82,38	82,37
Farelo de soja	6,78	6,78
Uréia	1,29	1,29
Sal mineral	0,53	0,53
Cloreto de Potássio	0,53	0,53
Algas calcáreas ¹	0,74	-
Calcário Calcítico	-	0,71
Composição química (%)		
NDT ²	85,02	85,02
PB	16,05	15,91
PDR (%PB)	48,30	48,30
MM	2,91	2,83
FDN	12,04	11,62
EE	3,35	3,10
Ca	0,36	0,36
P	0,37	0,37

AC = produto a base de algas calcárias, CC = calcário calcítico

¹ – Top buffer[®] (Sanphar, Campinas, São Paulo, Brasil).

² – Estimado segundo metodologia de Weiss, Conrad e St. Peirre (1992).

Tabela 2- Composição química¹ do produto a base de alga calcária (AC) e do calcário calcítico (CC).

Composição Química	AC	CC
Cinzas (%)	95,00	97,77
Cálcio (%)	32,39	39,9
Magnésio (%)	5,00	0,32
Enxofre (%)	0,25	-
Sódio (%)	0,13	-
Potássio (%)	0,01	-
Cloro (%)	0,10	-
Fosforo (%)	0,02	-
Boro (ppm)	10,00	-
Ferro (ppm)	125,00	90
Cobre (ppm)	725,00	-
Zinco (ppm)	5,50	-
Manganês (ppm)	10,00	-
Molibdênio (ppm)	2,50	-
Selênio (ppm)	0,50	-
Iodo (ppm)	6,00	-

¹Informações segundo os fabricantes

4.3 Consumo de matéria seca

O alimento foi fornecido diariamente às 7 horas, do dia 1 ao dia 21. O trato foi realizado nos cochos individuais, onde era realizada a mistura do bagaço de cana e do concentrado. O consumo diário de matéria seca foi obtido através da diferença da quantidade oferecida e da sobra, que foi mensurada diariamente, com o objetivo de se manter uma quantidade de 10% de sobra.

Foram coletadas amostras de bagaço de cana, três vezes por semana (segunda, quarta e sexta), para a determinação da MS, a fim de manter a proporção fixa de volumoso:concentrado. As amostras das sobras e das dietas também foram

coletadas três vezes por semana. No final de cada período foi feita uma amostra composta para a realização da análise bromatológica.

4.4 Aferição do pH ruminal

O pH ruminal de cada animal foi monitorado de forma contínua do terceiro dia (d -3) antes da oferta da dieta com elevada proporção de concentrado ao vigésimo primeiro dia (d 21) de cada período experimental. Um *datalogger* (Dascor, Escondido, CA) com capacidade de registrar o pH ruminal foi inserido através da cânula ruminal de cada animal, armazenando os valores de pH em intervalos de cinco minutos. Dessa forma, foi possível detectar e comparar a variação do pH ruminal em função do tempo, a partir dos valores máximos e mínimos, além das medidas do tempo em que o pH ruminal permaneceu abaixo de 5,6 (por mais de 720 minutos) e 5,2 (por mais de 360 minutos), sendo valores limites importantes à fermentação e saúde ruminal, considerados como ocorrência de acidose subclínica e clínica, respectivamente, conforme metodologia adotada por Owens et al. (1998).

4.5 Conteúdo ruminal

As amostras do conteúdo ruminal foram coletadas de três pontos diferentes, correspondentes ao antro e saco ventrais anterior e posterior, com auxílio de uma bomba de vácuo (Marconi MA 058, Piracicaba, Brasil). As coletas foram realizadas durante os dias: -1, 4, 7 e 14, sempre seis horas após o fornecimento da dieta.

4.5.1 Determinação de AGCC, lactato e nitrogênio amoniacal

A cada amostra, o líquido ruminal foi filtrado em quatro camadas de gazes para evitar que partículas que não fossem totalmente fermentadas interferissem nos procedimentos analíticos. Alíquotas de 100 mL de conteúdo ruminal foram coletadas e congeladas para posterior determinação de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e lactato. Nas amostras para determinação de nitrogênio amoniacal foram adicionadas três gotas de ácido sulfúrico concentrado. Todas as amostras foram congeladas e analisadas posteriormente.

As concentrações de AGCC no fluido ruminal foram medidas por cromatografia em fase gasosa (GC-2014, Shimadzu, Japão), através de uma coluna capilar (Stabilwax®, Restek, EUA) a 145°C (isotérmica) e um injetor split/splitless e detector dual FID a 250°C, utilizando o método descrito por Erwin et al. (1961), adaptado por Getachew et al. (2002). Hélio foi utilizado como gás de arraste, o ar sintético como comburente e o hidrogênio como combustível. As amostras foram descongeladas a temperatura ambiente e centrifugadas a 14500 × g durante 10 min. O sobrenadante (800 µl) foi transferido para um frasco seco e limpo com 200 µl de ácido fórmico 98-100% PA ACS e 100 µL do padrão interno (ácido 2-etil-butírico 100 mM, Chemservice, USA). O padrão externo foi preparado com ácidos acético, propiônico, isobutírico, butírico, isovalérico e valérico (Chemservice, USA). O software GCSolution® (Shimadzu, Japão) foi utilizado para os cálculos.

A determinação de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) ruminal foi realizada através de análise de titulação, as amostras foram descongeladas e centrifugadas por 15 minutos a 3000 rpm. A destilação da amostra foi realizada com destilador micro kjeldahl, através da transferência de 5 ml do sobrenadante para tubos de digestão, foi utilizado 10 ml de solução tetraborato de sódio a 5% no funil do aparelho e 10 ml de ácido bórico em balão de Erlenmeyer na saída do nitrogênio amoniacal. Foi utilizado o ácido sulfúrico (0,05 N) na titulação. A concentração em porcentagem do nitrogênio amoniacal foi obtida através da equação: % N amoniacal = normalidade do ácido sulfúrico utilizado na titulação × miliequivalente do nitrogênio × 100/volume da amostra (ml) × ml de ácido utilizado na titulação, onde a normalidade do ácido sulfúrico = 0,05, miliequivalente do N = 0,014 volume da

amostra = 5 ml. Com o valor obtido em % multiplicado por 1000 obtêm-se o valor em mg/dL.

A concentração de ácido láctico ruminal foi determinada de acordo com Pryce (1969), através de técnica colorimétrica. O reagente precipitante foi obtido através da dissolução de 10 g de tungstato de sódio em 800ml de água destilada, adição de 5g de sulfato de sódio III em 23,29 ml de ácido fosfórico 85% PA, os reagentes foram misturados em um balão volumétrico e 1000 ml e o restante do volume foi completado com água destilada. Para a obtenção do reagente de cor foram adicionados 1,5 g de hidroxibifenil para 100 ml dimethylformamide. Após a obtenção dos reagentes foi realizada a desproteinização da amostra, para isso foi pipetado 3,95ml do reagente precipitante e 0,05 ml em tubos de centrifuga, homogeneizados em agitador mecânico e centrifugados por 5 minutos a 2000 rpm. O padrão foi preparado da mesma maneira. Para a reação de conversão de ácido láctico em acetaldeído foi transferido 1 ml do sobrenadante para tubos de ensaio e adicionado rapidamente 6 ml de ácido sulfúrico P. A., o conteúdo foi homogeneizado e levado a banho maria em temperatura de 70 – 80 °C por 2 a 3 minutos e esfriado em água corrente por 2 a 3 minutos. Com os tubos resfriados foi adicionado 0,1 ml do reagente de cor e homogeneizados e esperou-se 10 minutos para leva-los ao banho maria fervente por 90 segundos, os tubos foram resfriados por 2 a 3 minutos. A leitura foi realizada em absorbância em espectrofotômetro a 565 nm (500 – 570 nm). No início foi utilizado um branco reagente para calibrar o aparelho. A concentração do ácido láctico em porcentagem foi obtida através da seguinte equação:

$$\% \text{ ácido láctico} = \frac{\text{absorbância da amostra}}{\text{absorbância do padrão}} \times 0,0799$$

O resultado obtido foi dividido por 2. Para a transformação do resultado em porcentagem para mM, foi multiplicado o resultado obtido por 10000 e dividido pelo peso molecular do ácido láctico (90,08).

4.6 Análise sanguínea

As amostras sanguíneas foram coletadas nos dias -2, 2, 8 e 15, duas horas após a oferta da dieta, o sangue foi coletado da veia jugular e analisadas imediatamente através de um analisador automático portátil (i-STAT® Abbott, Rio de Janeiro, Brasil), através da inserção de uma pequena alíquota de sangue venoso diretamente no cartucho (CG⁴+ Abbott, Rio de Janeiro, Brasil). Para cada amostra foram determinados os valores de pH, os teores de dióxido de carbono no plasma, bicarbonato, excesso de bases sanguíneas, pressão parcial de dióxido de carbono, dióxido de carbono total, pressão parcial de oxigênio, lactato e oxigênio saturado.

4.7 Análises estatísticas

Os dados foram analisados utilizando o procedimento GLM (SAS® Inst. Inc., Cary, NC), considerando que as características foram avaliadas como medidas repetidas no tempo sendo um delineamento quadrado latino 4x4 duplo, em arranjo fatorial 2 x 2 (fontes de cálcio x com ou sem monensina), com quatro tratamentos em quatro períodos. No modelo estatístico foram considerados os efeitos fixos: período, fonte de cálcio, nível de monensina, a interação fonte de cálcio x nível de monensina. Quando foi verificado efeito significativo dos fatores principais ou da interação, as medias foram comparadas pelo teste de Tukey.

5 RESULTADOS

5.1 Consumo Alimentar

Não houve interação ($P>0,05$) entre as fontes de cálcio e adição de monensina na ingestão de matéria seca. A ingestão de matéria seca (IMS) em kg, porcentagem de peso vivo ou por unidade de peso metabólico não foi influenciada pelas fontes de cálcio ou pela adição de monensina ($P>0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3- Consumo alimentar médio de novilhos Nelore alimentados com dietas com calcário calcítico (CC) ou produto a base de algas calcárias (AC), com (CMO) ou sem (SMO) adição de monensina (MON).

Item	Fonte de Ca		EPM	Monensina		EPM	P > F	
	CC	AC		CMO	SMO		Fonte Ca	MON
IMS, kg	9,86	9,99	0,14	9,82	10,03	0,14	0,518	0,328
IMS, % PV	1,75	1,77	0,02	1,74	1,77	0,02	0,607	0,294
IMS, g/kg PM	85,07	86,05	1,24	84,64	86,48	1,25	0,575	0,297

O dia interferiu na IMS ($P<0,001$), sendo observado uma queda brusca no consumo alimentar em ambos os tratamentos entre o terceiro e sétimo dia da oferta da dieta com elevada proporção de concentrado (Figura 1). Neste período os animais passaram de um consumo de 2% para 1,3% PV, sendo que no dia 3 alguns animais, de ambos os tratamentos, apresentaram consumo médio de 0,31% PV (Figura 2).

Figura 1: Média diária da ingestão de matéria seca em % de PV dos animais alimentados com produto a base de alga calcária (AC) ou calcário calcítico (CC), com (CMO) ou sem (SMO) monensina.

Figura 2: Consumo individual de animais alimentados com produto a base de alga calcária (AC) ou calcário calcítico (CC), com (CMO) ou sem (SMO) adição de monensina, que apresentaram baixa IMS no dia 3.

5.2 Controle do pH ruminal

Não houve interação entre as fontes de cálcio e adição de monensina para as aferições do pH ruminal. As fontes de cálcio influenciaram o pH ruminal, sendo que os tratamentos com AC apresentaram pH ruminal máximo ($P=0,029$) e médio ($P=0,039$) maiores, menor tempo abaixo do pH 5,6 ($P=0,034$) e 5,2 ($P=0,002$) e menor área abaixo do pH 5,6 ($P=0,014$) e 5,2 ($P=0,048$) em relação ao tratamentos com calcário calcítico (Tabela 4).

Tabela 4- Média do pH ruminal, tempo abaixo do pH 5,6 e 5,2 e área abaixo do pH 5,6 e 5,2, de novilhos Nelore alimentados com dietas com calcário calcítico (CC) ou produto a base de alga calcária (AC), com (CMO) ou sem (SMO) monensina.

Item	Fonte de cálcio			Monensina			P > F	
	CC	AC	EPM	SMO	CMO	EPM	Fontes de Cálcio	MON
pH Ruminal								
Máximo	6,77	6,84	0,02	6,76	6,85	0,02	0,029	0,008
Médio	6,01	6,09	0,02	6,01	6,08	0,03	0,039	0,074
Mínimo	5,40	5,44	0,03	5,40	5,44	0,03	0,489	0,376
Tempo (minutos) abaixo de:								
pH 5,6	295	248	31,86	299	245	68,36	0,009	0,001
pH 5,2	150	78	12,99	151	79	13,03	<0,001	0,023
Área abaixo de:								
pH 5,6	2,29	1,64	0,63	2,44	1,49	0,63	0,014	0,004
pH 5,2	0,60	0,33	0,09	0,67	0,40	0,09	0,048	0,025

A adição de monensina também influenciou o controle do pH ruminal, tratamentos CMO apresentaram o pH máximo ($P=0,008$) maior, menor tempo abaixo

do pH 5,6 ($P=0,001$) e 5,2 ($P=0,023$) e menor área abaixo do pH 5,6 ($P=0,004$) e 5,2 ($P=0,025$) em relação ao tratamentos SMO.

O dia também influenciou o pH médio ($P<0,001$) dos tratamentos, é possível observar na figura 3 uma queda no valor médio do pH, de ambos os tratamentos, a partir do segundo dia da oferta da dieta com alta proporção de concentrado.

Figura 3: Média do pH ruminal dos animais recebendo a dieta com elevada proporção de concentrado durante o período experimental com produto a base de alga calcária (AC) ou calcário calcítico (CC), com (CMO) ou sem (SMO) a adição de monensina.

Através das médias dos tempos abaixo do pH 5,6 (Figura 4) e 5,2 (Figura 5) durante o período experimental, não foi possível observar a ocorrência de acidose clínica e subclínica de ambos os tratamentos.

Figura 4: Tempo médio (em minutos) em que os animais tratados com o produto a base de alga calcária (AC) ou calcário calcítico (CC), com (CMO) ou sem (SMO) a adição de monensina permaneceram abaixo do pH 5,6.

Figura 5: Tempo médio (em minutos) em que os animais tratados com o produto a base de alga calcária (AC) ou calcário calcítico (CC), com (CMO) ou sem (SMO) a adição de monensina permaneceram abaixo do pH 5,2

Embora as médias dos tratamentos não indiquem casos de acidose clínica e subclínica, ao avaliar os animais individualmente (Figura 6), foi possível observar que alguns animais de ambos os tratamentos apresentaram casos de acidose ao longo do período experimental.

Figura 6: Número de animais tratados com o produto a base de alga calcária (AC) ou calcário calcítico (CC), com (CMO) ou sem (SMO) a adição de monensina que apresentaram casos de acidose subclínica durante o período experimental de acordo com a metodologia de Owens (1998).

De acordo com os valores obtidos de pH, o período entre os dias 7 e 11 foi considerado o mais crítico, pois foi neste intervalo de dias que os animais de ambos os tratamentos (Figura 5) apresentaram valores abaixo do pH 5,6 por mais tempo (Figura 7).

Figura 7: Tempo médio (em minutos) dos animais tratados com o produto a base de alga calcária (AC, 10 animais) ou calcário calcítico (CC, 8 animais), com (CMO, 8 animais) ou sem (SMO, 10 animais) a adição de monensina, que apresentaram acidose durante o período crítico.

5.3 Análises sanguíneas

Não houve interação ($P > 0,05$) entre as fontes de cálcio e adição de monensina para as variáveis sanguíneas. O pH ($P = 0,007$) e o excesso de bases ($P = 0,034$) sanguíneos foram maiores para os tratamentos com AC (Tabela 5), nas demais características avaliadas não houve diferença estatística. A adição de monensina não interferiu nas características sanguíneas avaliadas.

Tabela 5- Características sanguíneas de novilhos Nelore alimentados com dietas com calcário calcítico (CC) ou produto a base de alga calcária (AC), com (CMO) ou sem (SMO) monensina.

Item	Fonte de Cálcio			Monensina			P > F	
	CC	AC	EPM	SMO	COM	EPM	Fonte de Cálcio	MON
pH	7.35	7.37	0.004	7.36	7,36	0.004	0,006	0,664
pCO ₂ mmHg	43.42	43.53	0.436	43.10	43,85	0.435	0,852	0,219
BE mmol/L	-1.13	-0.03	0.372	-0.70	-0,47	0.371	0,033	0,661
HCO ₃ mmol/L	24.30	25.09	0.319	24.61	24,79	0.319	0,073	0,679
TCO ₂ mmol/L	25.44	26.27	0.331	25.69	26,01	0.331	0,471	0,071
Lac mmol/L	0.23	0.52	0.182	0.37	0,38	0.182	0,255	0,976
pO ₂ mmHg	32.29	32.13	0.460	32.23	32,18	0.460	0,791	0,947
sO ₂ %	54.10	56.03	1.136	54.38	55,75	1.136	0,220	0,382

pH: potencial hidrogeniônico, pCO₂: pressão parcial de dióxido de carbono, BE: excesso de bases, HCO₃: bicarbonato, TCO₂: dióxido de carbono total, Lac: lactato, pO₂: pressão parcial de oxigênio, SO₂: oxigênio saturado.

5.4 Fermentação Ruminal

A concentração de ácidos graxos de cadeia curta total (P=0,953), lactato (P=0,603), N-amoniacal (P=0,831) e a relação acetato:propionato (P=0,999) não foram influenciadas pelas fontes de cálcio (Tabela 6).

A adição de monensina influenciou a concentração de N-amoniacal (P=0,008), porém a concentração de ácidos graxos de cadeia curta total, lactato e a relação acetato:propionato não foram influenciadas pela adição de monensina.

Tabela 6- Média da concentração de ácidos graxos de cadeia curta (em mM), lactato (mM) e N-amoniaco (mg/dL) de novilhos Nelore alimentados com dietas com calcário calcítico (CC) ou produto a base de alga calcária (AC), com (CMO) ou sem (SMO) monensina.

Item	Fonte de Calcio		EPM	Monensina		EPM	P > F		
	CC	AC		SMO	COM		Fonte de Ca	MON	Fonte de Ca X Mon
Acetato	55,14	55,14	2,16	56,17	54,11	2,16	0,999	0,501	0,230
Propionato	22,76	22,76	1,04	23,33	22,19	1,04	1,000	0,441	0,743
Butirato	12,73	13,04	0,88	13,34	12,43	0,88	0,801	0,463	0,024
Isobutirato	1,11	1,11	0,05	1,13	1,08	0,05	0,995	0,498	0,120
Valerato	1,32	1,31	0,07	1,38	1,25	0,07	0,894	0,173	0,121
Isovalerato	3,07	3,07	0,27	3,04	3,01	0,27	1,000	0,878	0,050
AGCC total	96,44	96,74	4,62	98,70	94,47	4,62	0,953	0,405	0,165
A:P	2,90	2,90	0,10	2,92	2,88	0,10	0,999	0,786	0,429
N-amoniacal	4,34	4,29	0,19	3,94	4,69	0,19	0,831	0,008	0,800
Lactato	0,97	0,85	0,16	1,05	0,77	0,16	0,603	0,214	0,886

O dia influenciou a relação acetato:propionato ($P < 0,001$), que diminuiu de acordo com a progressão do período experimental, passando de uma média inicial de 4,30 para uma média final de 1,90, como pode ser observado na figura 8.

Figura 8: Relação acetato:propionato dos animais tratados com o produto a base de algas calcárias (AC) ou calcário calcítico (CC), com (CMO) ou sem (SMO) a adição de monensina durante o período experimental.

Houve interação ($P > 0,05$) entre as fontes de cálcio e monensina para a concentração de butirato e isovalerato. A monensina influenciou de forma diferente os tratamentos, quando adicionada ao tratamento com calcário calcítico resultou em maior concentração média de butirato ($P = 0,024$) e isovalerato ($P = 0,05$) em relação ao tratamento com calcário calcítico sem monensina (Tabela 7). Porém, quando adicionada ao tratamento com alga calcária a concentração média de butirato e isovalerato foi menor em relação ao tratamento com alga calcária sem monensina.

Tabela 7- Efeito da monensina e fontes de cálcio na concentração de butirato e isovalerato.

	CMO		SMO		EPM
	AC	CC	AC	CC	
Butirato	11,16	13,69	14,91	11,76	1,242
Isovalerato	2,72	3,48	3,43	2,66	0,386

AC = alga calcária, CC = Calcário calcítico, CMO = com monensina, SMO = sem monensina.

6. DISCUSSÃO

6.1 Consumo alimentar

A redução na IMS encontrada entre o terceiro e sétimo dia pode estar relacionada com o pH ruminal, que ao sofrer uma diminuição afeta negativamente o consumo, funcionando como um mecanismo para limitar a fermentação excessiva e restaurar o pH para valores fisiologicamente adequados. Quando o nível é restabelecido, o animal pode voltar ao seu consumo habitual ou excessivo, o que pode causar novamente uma produção excessiva de ácidos no rúmen, fazendo com que todo o ciclo se repita (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2003; DIJKSTRA et al., 2012).

Na maioria dos trabalhos encontrados na literatura há relatos de redução no consumo alimentar de dietas contendo monensina, pois esta altera a fermentação ruminal, disponibilizando mais energia para o animal, proporcionando a mesma quantidade de energia em uma menor quantidade de alimento (STOCK et al., 1995; DUFFIELD et al., 2012). Ao contrário do que se esperava a monensina não reduziu a ingestão de matéria seca neste estudo.

O controle do consumo alimentar está relacionado a alguns mecanismos como o enchimento do retículo-rúmen (Mertens, 1994), nos fatores de regulação metabólica (Illius & Jessop, 1996) e no consumo de oxigênio (Ketelaars & Tolkamp, 1996), entre outras.

Em dietas como a do presente trabalho, que possuem uma elevada proporção de concentrado e tem alto potencial acidogênico, é possível que esse produto melhore as condições de fermentação ruminal, permitindo manter o consumo. Neste caso, entretanto, há que se considerar que, em dietas altamente energéticas, o consumo seja mais influenciado por aspectos fisiopatológicos (pH ruminal excessivamente baixo) antes que pela produção de ácido propiônico (disparador do gatilho da saciedade em ruminantes).

O resultado encontrado neste trabalho está de acordo com outros. Rodrigues et al. (2001) também não observaram efeito da monensina sobre o

consumo alimentar, tanto de dietas com alto concentrado quanto de dietas com baixo concentrado. Moraes et al. (1993) estudaram o efeito da monensina sobre o ganho de peso e consumo alimentar em bovinos castrados e não castrados, também não observaram efeito da monensina sobre o consumo alimentar. Gomes et al. (2011) também não encontraram influência da monensina sobre o consumo alimentar ao avaliarem o desempenho e digestibilidade de novilhos zebuínos confinados.

Gastaldello Junior et al. (2010) avaliaram o efeito da adição de fontes de cálcio (calcário calcítico e calcário calcítico tipo *filler*) e monensina, sobre o desempenho de cordeiros alimentados com dietas contendo elevado teor de concentrado, e também não verificaram efeito das fontes de cálcio e monensina sobre o consumo de matéria seca. Crawford et al. (2008) e Rauch et al. (2012) também não observaram influencia do carbonato de cálcio sobre o consumo alimentar ao avaliarem em dietas com elevado teor de concentrado.

6.2 pH ruminal

Os resultados obtidos neste estudo indicam que o AC possui uma boa capacidade de auxiliar na manutenção de um pH ruminal fisiologicamente adequado. Esta capacidade pode ser explicada através da maior biodisponibilidade (MELO et al., 2006) e do polimorfismo diferenciado do carbonato de cálcio presente na alga calcária, observado em análise de difração de raios X, onde foi possível observar calcita (70%), aragonita (17%), dolomita (12%) e vaterita (1%). A calcita é o polimorfo mais estável, seguido da aragonita, dolomita e vaterita.

Pouca informação pôde ser encontrada referente a ação de produtos a base de algas calcárias sobre características ruminais. Em um estudo realizado por Farran et al. (2003), resultados semelhantes foram encontrados ao avaliarem o uso de Acid Buf[®] (produto a base de algas calcárias), em dietas para bovinos confinados. Os autores verificaram que os animais que receberam o produto apresentaram maiores valores de pH máximo, médio e mínimo. Oliveira et al. (2003) também obtiveram resultados semelhantes aos verificados neste trabalho ao avaliarem

carbonato de cálcio, calcário calcítico e óxido de magnésio no controle do pH ruminal, com valores de pH maiores para os tratamentos com carbonato de cálcio.

A adição de monensina na dieta também foi benéfica, uma vez que proporcionou um menor tempo abaixo do pH ruminal 5,6 e 5,2 e uma menor área de pH abaixo de 5,6 e 5,2 em relação aos tratamentos SMO.

Essa ação da monensina, que manteve por um tempo menor o pH abaixo de 5,6 e 5,2, provavelmente está relacionado com a sua ação inibitória sobre as bactérias gram positivas, que em dietas com elevada proporção de concentrado tem seu desenvolvimento favorecido. Estas fermentam rapidamente o carboidrato que está prontamente disponível em ácido láctico, que é um ácido forte dentre os ácidos graxos e promove uma rápida diminuição no pH, contribuindo assim, para o surgimento da acidose (RUSSEL, 1987). Resultados semelhante foram obtidos por Erickson et al. (2003) ao avaliarem o efeito da monensina sobre o desempenho, acabamento, comportamento alimentar e metabolismo ruminal durante um desafio de acidose em bovinos confinados. Os autores observaram uma menor variação no pH ruminal e uma menor área abaixo do pH 5,6 de bovinos que recebiam monensina.

Ríspoli et al. (2009) também encontraram um maior valor para pH ruminal de bovinos alimentados com dietas contendo monensina, ao avaliarem os protozoários ciliados do rúmen de bovinos e bubalinos alimentados com dietas suplementadas com monensina ou própolis, relacionando o maior pH com o efeito do ionóforos sobre as bactérias gram positivas.

Através da avaliação das médias de ambos os tratamentos, não foi possível observar casos de acidose, mas ao avaliar individualmente os animais, foi possível encontrar alguns casos de acidose clínica e subclínica em ambos os tratamentos. Os casos de acidose ocorreram ao longo do período experimental, entretanto o período entre o dia 7 e o dia 11 foi considerado o mais crítico, pois apresentou um maior número de animais por mais tempo abaixo do pH 5,6 e 5,2.

Este período crítico pode estar relacionado ao manejo realizado, pois os animais não passaram por nenhum tipo de restrição alimentar antes de receberem a dieta com alta proporção de concentrado (apresentando até o quarto dia uma grande quantidade de volumoso no rúmen), como ocorre normalmente quando os bovinos são transportados para os confinamentos, tal restrição poderia antecipar este

período crítico para os primeiros dias do fornecimento da dieta com alta proporção de concentrado.

Segundo Brown et al. (2006), alguns animais se adaptam mais prontamente às dietas com alta proporção de concentrado do que outros, sendo que uma diversidade considerável na capacidade dos animais em lidar com a ingestão de grãos é evidente. Os autores concluíram que mais pesquisas são necessárias para compreender a dinâmica microbiana e identificar os recursos biológicos que permitem a adaptação diferenciada entre os animais.

O bovino acometido com acidose clínica deixa de se alimentar e, uma vez doente, normalmente não bebe água, mas pode também ingerir grande quantidade de água após a ingestão de grãos secos, o que muitas vezes ocasiona a morte do animal (BLOOD et al., 1979), refletindo também na diminuição de IMS encontrada em ambos os tratamentos.

Na acidose subclínica, a razão para o pH descer abaixo de 5,6 é o acúmulo de AGCC, resultante de uma combinação de superprodução devido ao aumento de substrato e, possivelmente, a diminuição na eliminação destes do rúmen. Embora o ácido láctico seja produzido durante a acidose subaguda ele não acumula porque as bactérias fermentadoras de lactato permanecem ativas e rapidamente o metabolizam (GOAD et al., 1998), além do tamponamento pelo bicarbonato da saliva, porém em grandes concentrações, leva a queda do pH ruminal (DIJKSTRA et al, 2012).

6.3 Análises sanguíneas

De acordo com Owens et al. (1998) o pH sanguíneo dificilmente é alterado, pois é regulado através de sistemas tampões muito eficientes (bicarbonato, fosfato, hemoglobina, amônia e proteínas).

Os valores médios de pH sanguíneo obtidos neste trabalho estão dentro do valor padrão (7,35 a 7,50) de acordo com Radostits (2002), porém os tratamentos com a AC resultaram em um pH médio maior ($P=0,006$) em relação aos tratamentos com CC (7,37 vs. 7,35, respectivamente). A efetividade do AC sobre o pH

sanguíneo, provavelmente está relacionada com sua composição, pois além de conter carbonato de cálcio, possui o óxido de magnésio, um alcalinizante.

Horn et al. (1979), ao avaliarem tamponantes na dieta e parâmetros sanguíneos de bovinos induzidos a acidose, encontraram uma pequena variação no pH sanguíneo entre os tratamentos, porém os valores encontrados não ficaram abaixo de 7,37.

Como mencionado anteriormente, a monensina não influenciou o pH sanguíneo. Afonso et al. (2005) ao avaliarem a monensina na prevenção de acidose láctica também não observaram efeito sobre de pH sanguíneo. Burrin e Britton (1986) não encontram efeito da monensina sobre o pH sanguíneo em animais submetidos a alteração abrupta de dietas a base de forragem para dietas com elevada proporção de concentrado.

O HCO_3 é o tamponante mais abundante no plasma sanguíneo. As causas mais frequentes de redução de HCO_3 em bovino, são as diarreias, a cetose e a acidose ruminal. Neste estudo as fontes de cálcio não influenciaram os valores de HCO_3 , que permaneceram dentro do padrão (20 a 30 mmol/L) tanto para o tratamento com AC (25,09 mmol/L) quanto com CC (24,30 mmol/L). Em poucos trabalhos foram estudadas as características sanguíneas usando produtos a base de algas calcárias. Wheeler et al. (1981) também não encontraram diferença na concentração de HCO_3 sanguíneo ao avaliarem o efeito dos níveis de cálcio e bicarbonato de sódio em dietas com elevada proporção de concentrado para bovinos de corte.

A concentração de HCO_3 também não foi influenciada pela adição de monensina, o tratamento CMO (24,79 mmol/L) e o SMO (24,61 mmol/L) também permaneceram dentro do valor padrão. Afonso et al. (2005) também não observaram efeito sobre a concentração de HCO_3 sanguíneo, ao avaliarem a monensina na prevenção de acidose láctica.

O pCO_2 não foi influenciado pelas fontes de cálcio, os tratamentos com AC (43,44 mmHG) e CC (43,53 mmHG) apresentaram valores dentro do padrão de 35 a 44 mmHG (CARLSO, 1997). A adição da monensina também não influenciou os valores de pCO_2 , que também permaneceram dentro do padrão, tanto para os tratamentos CMO (43,85 mmHG) quanto para os tratamentos SMO (43,10 mmHG). Valores abaixo do padrão são encontrados em casos de acidose metabólica, como

uma resposta compensatória do organismo, que aumenta a taxa respiratória para eliminar o CO_2 (Hill, 1990).

O excesso de bases se refere à diferença entre a concentração de bases menos a concentração de ácido do fluido intracelular, ou seja, o total de bases existentes. Os valores negativos indicam uma deficiência de bases, o que pode caracterizar um quadro de acidose devido à redução de HCO_3^- , já os casos de valores positivos sugerem alcalose metabólica (CARLSON, 1997). A vantagem de se utilizar este parâmetro é que este valor permanece praticamente constante durante as alterações agudas da pressão arterial de O_2 , refletindo apenas alterações metabólicas, sofrendo pouca ou nenhuma interferência das alterações respiratórias (MEYER et al., 1995; TIETZ et al., 1996). As fontes de cálcio influenciaram ($P=0,033$) os valores de BE, os tratamentos com AC apresentaram média de $-0,03$ mmol/L e os tratamentos com CC média de $-1,13$ mmol/L. Ambos os valores estão dentro do padrão de 0 a ± 2 mmol/L, relatados por Radostitis (2002), porém o tratamento com CC resultou em maior deficiência, enquanto com o AC praticamente não houve deficiência.

O TCO_2 é uma medida do dióxido de carbono que existe em vários estados: CO_2 em solução natural ou fracamente ligada a proteínas, íons de HCO_3^- ou CO_3^{2-} e ácido carbônico (H_2CO_3). Sua determinação é útil para avaliar a concentração de HCO_3^- , TCO_2 e HCO_3^- , e também é utilizado para avaliações do equilíbrio ácido-base, juntamente com o pH e o PCO_2 e em desequilíbrio de eletrólitos. Neste estudo as fontes de cálcio não influenciaram os valores de TCO_2 , os tratamentos com AC apresentaram média de 26,27 mmHG e os tratamentos com CC média de 25,44 mmHG, estes valores estão dentro do padrão (24 a 29 mmHG) de acordo com Carlso (1997). A adição de monensina também não influenciou os valores de TCO_2 , os tratamentos CMO apresentaram média de 26,01 mmHG e os tratamentos SMO média de 25,69 mmHG, que também permaneceram dentro do padrão.

Nos resultados obtidos neste trabalho não houve influencia das fontes de cálcio sobre a concentração de lactato. Os tratamentos com AC apresentaram média de 0,52 mmol/L e os tratamentos com CC média de 0,23 mmol/L, valores dentro do padrão de lactato total sanguíneo (0,2 e 2 mmol/L). Ha et al., (1983) também não encontraram efeito dos tratamentos sobre a concentração de ácido láctico sanguíneo, ao avaliarem a adição de tamponantes antes e depois adaptação à dieta com alto concentrado. A adição de monensina também não influenciou a concentração de

lactato, os tratamentos CMO apresentaram média de 0,38 mmol/L e os tratamentos SMO média de 0,37 mmol/L, também permanecendo dentro do valor padrão.

Os valores de pO_2 sanguíneo para bovinos são muito variáveis, 30 a 100 mmHG, não havendo valores padrão (CARLSON 1997). Animais que apresentam quadros de acidose (clínica ou subclínica) podem apresentar maiores níveis de pO_2 , devido ao aumento na taxa respiratória, causado pelo acúmulo de ânions no sangue, os quais estão presentes em grande concentração em dietas de alto concentrado (Ross et al., 1994). As fontes de cálcio não influenciaram a concentração de pO_2 , os tratamentos com AC apresentaram média de 32,13 mmHg e os tratamentos com CC média de 32,29 mmHg. A adição de monensina também não influenciou a concentração de pO_2 e os tratamentos CMO apresentaram média de 32,18 mmHg e os tratamentos SMO média de 32,23 mmHg.

Não há valores de referência para sO_2 sanguíneo, seu valor corresponde a porcentagem de hemoglobina ligada ao oxigênio. Baixos valores indicam um aumento no consumo de oxigênio, que pode ser causado pela diminuição da oferta e/ou aumento na demanda. Quando ocorrem casos de acidose metabólica estes valores aumentam devido ao aumento na taxa respiratória. As fontes de cálcio e a adição de monensina não afetaram a concentração de sO_2 . Os tratamentos com AC apresentaram média de 56,03%, CC média de 54,10%, SMO média de 54,38% e CMO média de 55,75%. Não se deve avaliar somente os valores de sO_2 e o pO_2 , estes devem ser avaliados juntamente com características mais precisas, como o pH, para se diagnosticar casos de acidose.

Todas as características sanguíneas avaliadas neste estudo permaneceram dentro dos seus valores padrão. Baseado nos resultados obtidos, é possível afirmar que os aditivos utilizados foram similares e eficazes na prevenção de acidose metabólica dos animais durante do período avaliado.

6.4 Fermentação ruminal

As fontes de cálcio não influenciaram a concentração total dos ácidos graxos de cadeia curta. Os tratamentos com AC apresentaram média de 96,74 mM e o CC

média de 96,44 mM. O pH tem sido relacionado diretamente com a concentração de ácidos graxos e, de acordo com Rumsey (1970), a manutenção de um pH médio acima de 6, para ambos os tratamentos, propicia um equilíbrio do ambiente ruminal, permitindo uma fermentação ruminal similar entre os tratamentos.

Haaland et al. (1982) também não verificaram influência do calcário calcítico sobre a concentração dos ácidos graxos de cadeia curta ao avaliarem diferentes níveis de inclusão na dieta. Clark et al. (1989) também não encontraram efeito na concentração dos ácidos graxos de cadeia curta ao avaliarem o efeito do carbonato de cálcio. Farran et al. (2003) ao estudarem o Acid Buff® (produto a base de algas calcárias) e bicarbonato na dieta com elevada proporção de concentrado também não verificaram efeito na produção total dos ácidos graxos de cadeia curta e produção individual, sugerindo pouco efeito dos tamponantes sobre produção dos ácidos graxos de cadeia curta em seu trabalho.

A adição de monensina também não alterou a concentração total dos ácidos graxos de cadeia curta. Geralmente a monensina causa aumento na concentração de propionato e redução na concentração de acetato e butirato, por agir inibindo as bactérias gram positivas, produtoras de acetato, butirato, porém neste estudo não foi possível confirmar tal ação.

Os resultados obtidos neste trabalho são similares aos de Han et al. (2002), que também não verificaram influência da monensina sobre a concentração total de ácidos graxos de cadeia curta ao estudarem a fermentação dos carboidratos e metabolismo do nitrogênio. Benchaar et al. (2006) também não observaram efeito da monensina sobre a concentração total de ácidos graxos de cadeia curta, ao avaliarem os efeitos da adição de óleos essenciais e monensina na digestão, fermentação ruminal, produção de leite, e composição do leite de vacas holandesas.

O aumento na concentração total dos ACCC e a redução na relação acetato:propionato era esperada, pois quando ocorre uma mudança de uma dieta estritamente volumosa para uma dieta com elevada proporção de concentrado, o crescimento das bactérias amilolíticas é favorecido, e estas bactérias tem como resultado da sua fermentação uma maior proporção de propionato, quando comparadas a dietas volumosas que favorecem as bactérias celulolíticas, que produzem uma maior proporção de acetato (FERNANDO et al., 2010).

Os tratamentos apresentaram uma média inicial de acetato e propionato de 72 mM e 17 mM e média final de 52 mM e 30mM, respectivamente, resultando em uma

menor relação entre estes ácidos graxos de cadeia curta, já a concentração total de ácidos graxos de cadeia curta inicial foi de 61 mM e final de 132 mM.

As fontes de cálcio não influenciaram a concentração de N-amoniacal, os tratamentos com AC apresentaram média de 4,29 mg/dL e CC média de 4,34 mg/dL. Segundo Santos (2006) a concentração mínima de N-amoniacal para a produção de proteína microbiana em dietas de alta proporção de carboidrato é de 3,3 a 8,0 mg/dL. Ambos os tratamentos apresentaram valores de acordo com os exigidos para uma adequada produção de proteína microbiana. Importante ressaltar que o pico de produção de N-amoniacal ocorre entre 2 a 4 horas após a oferta da dieta e as amostras deste estudo foram coletadas 6 horas após a oferta da dieta, onde já há uma diminuição significativa da concentração de N-amoniacal (CAVALCANTE et al., 2006; SILVEIRA et al., 2009)

Segundo Chen e Russell (1989) a monensina reduz a produção de amônia, porém neste trabalho a adição de monensina aumentou ($P=0,008$) a concentração de N-amoniacal. Tratamentos CMO apresentaram média de 4,69 mg/dL vs. 3,94 mg/dL dos tratamentos SMO. A redução da produção de amônia vai depender da taxa de degradação da proteína e da quantidade de amido na dieta, dietas com maior proporção de volumoso apresentam um efeito mais evidente da monensina, pois a taxa de degradação da proteína é maior que a taxa de fermentação dos carboidratos e os níveis de amônia ruminal são maiores.

Os microrganismos celulolíticos são dependentes de amônia para seu desenvolvimento, e consequente degradação da fibra. Assim, a redução da concentração de amônia no rúmen pode provocar a redução na digestibilidade da FDN alimentar.

As fontes de cálcio não influenciaram a concentração de lactato no rúmen mesmo após o fornecimento da dieta desafio a concentração de lactato permaneceu baixa. Em casos de acidose aguda, as concentrações de lactato são de aproximadamente 50 mM e em casos de acidose subclínica, esse aumento é mais discreto, ficando ao redor de 10 mM (BURRIN; BRITTON, 1986). O tratamento com AC apresentou média de 0,85 mM e o tratamento com CC média de 0,97 mM. Raramente ocorre o acúmulo de lactato no rúmen quando o pH ruminal se encontra acima de 5,5, pois acima deste valor de pH as bactérias utilizadoras de lactato crescem com maior facilidade, diminuindo a concentração deste ácido (NOCEK,

1997). O pH médio do tratamento com AC no momento da coleta foi de 6,20 e do CC 6,16, estando de acordo com o previsto por Nokel (1997).

Em grande parte dos trabalhos encontrados na literatura é relatada uma redução na concentração de lactato em dietas contendo monensina (DENNIS e NAGARAJA, 1981; NAGAJARA et al., 1982; SCHELLING, 1984), porém neste estudo a monensina não influenciou significativamente a concentração de lactato ruminal, o tratamento sem MON apresentou média de 1,05 mM e o tratamento com MON média de 0,77 mM. O pH médio do tratamento SMO no momento da coleta foi de 6,11 e do tratamento CMO foi de 6,26, ambos mantendo-se acima de 5,5, propiciando um ambiente inadequado para a produção de lactato, já que a produção deste ácido ocorre principalmente quando o pH permanece abaixo de 5,5, o que está de acordo com Nocek (1997), a falta de efeito da monensina pode estar relacionada a baixa concentração de lactato.

7. CONCLUSÃO

A inclusão do produto base de alga calcária ou da monensina na dieta com elevada proporção de concentrado, auxiliou no controle do pH ruminal e melhorou as características sanguíneas sem afetar o consumo alimentar.

.O produto a base de alga calcária pode ser uma boa alternativa na transição abrupta de novilhos Nelore para dietas com elevado teor de concentrado.

REFERENCIAS

AFONSO, J. A. B.; KUCHEMBUCK, M. R. G.; FELTRIN, L. P. Z.; LAPOSY, C. B.; KOHAYAGAWA, A.; MENDONÇA, C. L.; TAKAHIRA, R. K. Avaliação do uso da monensina sódica na prevenção da acidose láctica ruminal experimental em ovinos. **Veterinária Notícias**. Uberlândia, v.11, n.1, p.35-43, 2005

ARMENTANO, L. E.; SOLORZANO, L.C. Choice of buffers should be dipped on diet, environment. **Feedstuffs**, v.60, n.3, p.19-62, 1988.

BAKER, S.K. Rumen methanogens and inhibition of methanogenesis. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.8, p. 1293-1298, 1999.

BALDWIN, R.L. Modeling analysis of ruminant digestive function. In HALE, W.H.; MEINHARDT, G. **Regulation of acid-base balance**. Manhattan: Kansas State Agricultural Experiment Station, 1979. P. 10-28.

BENCHAAAR, C.; PETIT, H.V.; BERTHIAUME, R.; WHYTE, T.D.; CHOUINARD, P.Y. Effects of Addition of Essential Oils and Monensin Premix on Digestion, Ruminal Fermentation, Milk Production, and Milk Composition in Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.89, n.11, p.4352–4364, 2006.

BERGEN, W.G. and BATES, D.B. Ionophores: Their effect on production, efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, p.1465-1483, 1984.

BERGMAN, E. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological reviews**, v.70, n.2, p.567, 1990.

BEVANS, D. et al. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. **Journal of animal science**, Champaign, v.83, n.5, p. 1116-1132, 2005.

BLOOD, D.C.; HENDERSON, J.A.; RADOSTITS, O.M. Doenças do trato alimentar. In: Clínica Veterinária. 5ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1979, p.95-149.

BROWN, M. et al. Evaluation of models of acute and subacute acidosis on dry matter intake, ruminal fermentation, blood chemistry, and endocrine profiles of beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, n.12, p.3155-3168, 2000.

BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANTI, R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. **Journal of animal science**, Champaign, v.84, p.E25-E33, 2006.

BURRIN, D.G.; BRITTON, R.A. Response to monensin in cattle during subacute acidosis. **Journal of Animal Science**, Champaign., v. 63, p. 888-893, 1986.

CARLSO, G.p. Fluid, Eletrolyte, and Acid-Base Balance. In: KANEKO, J.J. (Ed) **Clinical Biochemistry of domestics animals**. New York: Acadeic Presse, p.485-516, 1997.

CHEN, M.; RUSSEL, J. B. More monensina-sensitive, ammonia producing-bacteria from the rumen. Application. Environment. Microbiology, v. 55, p. 1052-1065, 1989.

CLARY, E.M., BRANDKT,R.T., HARMON, D.L. Supplemental fat and ionophores in finishing diets: Feedlot performance and ruminal digesta kinetics in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 3115-3123, 1993.

CONAB: Conselho Nacional de Abastecimento, 2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_04_04_17_33_23_conab_mar_2014_final.pdf> Acesso em 15/04/2014.

COUNETTE, G. H. M.; PRINS, R. A. Regulation of lactate metabolism in the rumen. **Veterinary Research Communications**, v.5, n.1, p.101-115, 1981.

CRAWFORD, G.I., KEELER, C. D.; WAGNER, J. J.; KREHBIEL, C. R.; ERICKSON G. E.; CROMBIE, M.B.; NUNNERY, G. A. Effects of calcium magnesium carbonate and roughage level on feedlot performance, ruminal metabolism, and site and extent of digestion in steers fed high-grain diets. **Journal of animal science**, Champaign, v.86, p.2998-3013, 2008.

DAWSON, K.A.; RASMUSSEN, M.A.; ALLISON, M.J. Digestive disorders and nutritional toxicity. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**, p.633-660, 1997.

DENNIS, S. M.; NAGARAJA, T. G. Effects of lasalocid or monensin on lactate-producing or -using rumen bacteria. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.52, p.418-426, 1981.

DIAS, G.T.M. Granulados bioclásticos – algas calcárias. **Brazilian Journal of Geophysics**, v.18, n 3, p.307-318, 2000.

DIJKSTRA, J.; ELLIS, J.L.; KEBREAB, E.; STRATHE, A.B.; LÓPEZ, S.; FRANCE, BANNINK, J. A. Ruminant pH regulation and nutritional consequences of low pH. **Animal Feed Science and Technology**, v.172, p.22– 33, 2012.

DUFFIELD, T. et al. Meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 1. Metabolic effects. **Journal of Dairy Science**, Champaign v.91, p.1334-1346, 2008.

DUFFIELD, T. F., MERRILL, J. K., BAGG, R. N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. **Journal of animal science**, Champaign, v.90, p.4583-4592. 2012.

ELLIS, J. L.; DIJKSTRA, J.; BANNINK, A.; KEBREAB, E.; HOOK, S. E.; ARCHIBEQUE S.; FRANCE, J. Quantifying the effect of monensin dose on the rumen volatile fatty acid profile in high-grain-fed beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, vol.90, n.8, p.2717-2726, 2012.

ERICKSON, G. E.; MILTON, C. T.; FANNING, K. C.; COOPER, R. J.; SWINGLE, R. S.; PARROTT, J. C.; VOGEL, G.; KLOPFENSTEIN, T. J. Interaction between bunk management and monensin concentration on finishing performance, feeding behavior, and ruminal metabolism during an acidosis challenge with feedlot cattle. **Journal of animal science**, Champaign, v.81, p.2869-2879, 2003.

FARRAN, T., ERICKSON, G. E., KLOPFENSTEIN, T. J., Evaluation of Buffering Agents in Feedlot Diets for Cattle. **Nebraska Beef Cattle Reports**, Nebraska, p.34-38, 2003.

FERNANDO, S.C.; PURVIS II, H.T.; NAJAR, F.Z.; SUKHARNIKOV, L.O.; KREHBIEL, C.R.; NAGARAJA, T.G.; ROE, B.A.; DESILVA, U. Rumen Microbial Population Dynamics during Adaptation to a High-Grain Diet. **Applied And Environmental Microbiology**, v.76, n. 22, p. 7482–7490, 2010.

FERREIRA, R. N.; DIAS, M. J; VIEIRA, D.; MACÁRIO, D. R. Efeito do calcário calcítico no pH ruminal. In: Anais Escola de Agronomia e Veterinária, 1995. Goiânia. **Anais...** Goiás: 1993. p.41-52.

FIALHO, E. T.; BARBOSA, H. D.; BELLAYER, C. *et al.* Avaliação nutricional de algumas fontes suplementação de cálcio para suínos-biodisponibilidade e desempenho. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.5, p.891-905, 1992.

GALYEAN, M.; ENG, K. Application of research findings and summary of research needs: Bud Britton Memorial Symposium on Metabolic Disorders of Feedlot Cattle. **Journal of animal science**, Champaign v. 76, n. 1, p. 323-327, 1998.

GALYEAN, M.; RIVERA, J. Nutritionally related disorders affecting feedlot cattle. **Canadian journal of animal science**, v.83, n.1, p.13-20, 2003.

GASTALDELLO JUNIOR, A. L.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; FERREIRA, E. M.; MOURÃO, G. B. Desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo alta proporção de concentrado adicionadas de agentes tamponantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.556-562, 2010.

GOAD, D. W.; GOAD, C. L.; NAGAJARA, T. G. Ruminal and fermentative changes associated with experimentally induced subacute acidosis in steers. . **Journal of animal science**, Champaign, v. 76, p.234-241, 1998.

GOMES, R.C.; ANTUNES, M.T.;¹, SILVA, S.L.; LEME, P.R. Desempenho e digestibilidade de novilhos zebuínos confinados recebendo leveduras vivas e monensina. **Archivos. Zootecnia**, Córdoba. v.60, no.232, 2011.

GOODRICH, R.D.; GARRETT, J.E.; GAST, D.R.; KIRICK, M. A Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, n.6, p.1484-1498, 1984.

HAALAND, G. L.; TYRRELL, H. F.. Effects of limestone and sodium bicarbonate buffers on rumen measurements and rate of passage in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.55, p.935-942, 1982.

HAALAND, G. L.; TYRRELL, H. F.; MOE, P. W.; WHEELER, W. E. Effect of crude protein level and limestone buffer in diets fed at two levels of intake on rumen ph,

ammonia-nitrogen, buffering capacity and volatile fatty acid concentration of cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.55, p.943-950, 1982.

HAN, H.; HUSSEIN, H. S.; GLIMP, H.A.; SAYLOR, D. H.; GREENE, L. W. Carbohydrate fermentation and nitrogen metabolism of a finishing beef diet by ruminal microbes in continuous cultures as affected by ethoxyquin and (or) supplementation of monensin and tylosin. . **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n.4, p.1117-1123, 2002.

HILL, L.L. Body composition, normal electrolyte concentrations and the maintenance of normal volume, tonicity, and acid-base metabolism. **Pediatric Clinics of North America**, v.37, p.241, 1990.

HORN, G. W.; GORDON, J. L.; PRIGGE, E. C.; OWENS, F. N. Dietary buffers and ruminal and blood parameters of subclinical lactic acidosis in steers **Journal of animal science**, Champaign, v.48, p.683-691, 1979.

HUBER, T.L. Effect of ration on liver oxidation of racemic lactate and of thiamine on blood lactate clearance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.28, p.98-102, 1969.

ILLIUS, A.W.; JESSOP, N.S. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. . **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, p.3052-3062, 1996.

KETELAARS, J.J.H.M.; TOLKAMP, B.J. Oxygen efficiency and the control of energy flow in animals and humans. . **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, 3036-3051, 1996.

KLEEN, J.L.; HOOIJER G. A, REHAGE J.; NOORDHUIZEN J.P. Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. **Journal Veterinary Medicine**, v.50, p.406-414, 2003.

KOHN, R. A.; DUNLAP, T. F. Calculation of the buffering capacity of bicarbonate in the rumen and in vitro. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v.76, p.1702-1709, 1998.

KOZLOSKI, G. B. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, p.139, 2002.

LAUDERT, S. B.; MATSUSHIMA, J. K. Limestone effects on digestion and gastrointestinal tract pH of finishing steers. **Journal of dairy science**, Champaign, v.55, p. 437, 1982.

LEVENTINI, M. W.; HUNT, C. W.; ROFFLER, R. E.; CASEBOLT, D. G. Effect of dietary level of barley-based supplements and ruminal buffer on digestion and growth by beef cattle. . **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, p.4334-4344, 1990.

MARINO, C.T.; OTERO, W.G.; BASTOS, J.P.S.T.; ARRIGONI, M.D.B.; RODRIGUES, P.H.M. Preparado de anticorpos policlonais como aditivo alimentar para bovinos. **Archivos. Zootecnia**. V. 58, p. 109-119, 2009.

MARTIN, S.A. Manipulation of ruminal fermentation with organic acids: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, p.3123-3132, 1998.

MELO, T. V., MENDONÇA, P.P., MOURA, A. M. A., LOMBARDI, C.T., FERREIRA, R. A., NERY, V. L. H. Solubilidad *in vitro* de algunas fuentes de calcio utilizadas en alimentación animal. **Archivos Zootecnia**, Córdoba, v. 55, n. 211, p. 297-300, 2006.

MELO, T.V.; A. MOURA, M. A. Utilização da farinha de algas calcáreas na alimentação animal. **Archivos. Zootecnia**, Córdoba, v.58, p.99-107, 2009.

MENDEL, V. E. AND J. M. BODA. Physiological studies of the rumen with emphasis on the animal factors associated with bloat. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v.44, n.10 , p.1881-1898. 1961.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

MEYER, D.J. et al. **Medicina de laboratório veterinária – Interpretação e diagnóstico**. São Paulo: Rocca, p.308,1995.

MILLEN, D. D.; PACHECO, R D. L.; ARRIGONI, M. D. B. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal Animal Science**, Champaign, v.87, n.10, p.3427-3439, 2009.

MILLEN D. D., PACHECO R. D. L., MEYER P. M., RODRIGUES P. H. M., ARRIGONI M. D. B.. Current outlook and future perspectives of beef production in Brazil. **Animal Frontiers**, Champaign, v.1, n.2, p. 46-52, 2011.

MILLER, T. P.; TUCHER, W. B.; LEMA, M.; SHIN, I. S.; HOGUE, J. F.; ADAMS, D. Influence of dietary buffer value index on the ruminal milieu of lactating dairy cows fed soaghum silage and graln. **Journal of dairy science**, Champaign, v. 76, n. 11, p. 3571- 3579, 1993.

MORAIS, C. A. C.; FONTES, C. A. A.; LANA, R. P.; SOARES, J. E.; QUEIROZ, A. C.; CAMPOS, J. M. S. Influência da monensina sobre o ganho de peso, consumo e conversão alimentar em bovinos castrados e não castrados. **Revista sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 22, p. 64-71, 1993.

NAGARAJA, T. G.; AVERY, T. B.; BARTLEY, E. E.; GALITZER, S. J.; DAYTON, A. D. Prevention of lactic acidosis in cattle by lasalocid or monensina. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.53, n.1, p. 206-216, 1981.

NAGARAJA, T. G.; AVERY, T. B.; BARTLEY, E. E.; ROOF, S. K.; DAYTON, A. D. Effect of lasalocid, monensin or thiopeptin on lactic acidosis in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.54, p.649-658, 1982.

NAGARAJA, T. et al. Effect of lasalocid, monensin and thiopeptin on lactate production from in vitro rumen fermentation of starch. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 66, n. 1, p. 129-139, 1986.

NAGARAJA, T.; LECHTENBERG, K. F. Acidosis in feedlot cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.23, n.2, p. 333-350, 2007.

NAGARAJA, T.; TITGEMEYER, E. Ruminal Acidosis in Beef Cattle: The Current Microbiological and Nutritional Outlook¹ and 2. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.90, p.E17-E38, 2007.

NOCEK, J. E. Bovine Acidosis: implications on lamnitis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.80, n.5, p. 1005-1028, 1997.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; LIMA, M. L. M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V. OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal; Funep. 2006. p.183-223.

OLIVEIRA, E. R.; DIAS, D. S. O.; FERREIRA, R. N.; ACYPRESTE, C. S.; VIEIRA, D.; DIAS, M. J. Estudo da eficiência do calcário calcítico, do carbonato de cálcio e do

óxido de magnésio no controle do pH ruminal. **Ciência Animal Brasileira**, v.4, n.1, p.25-32, 2003.

OLIVEIRA, C. A.; MILLE, D. D. Levantamento sobre as recomendações nutricionais e práticas de manejo adotadas por nutricionistas de bovinos confinados no Brasil. In: III SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, Botucatu-SP. Rúmen Sustentável e Estratégias de cria e recria: desafios futuros para produção de carne. anais... Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2011.

ORSINE, G. F.; COSTA C. P.; OLIVERIA, B.; RODRIGUES, D. G.; OLIVEIRA C. R. Efeito da fonte de cálcio (calcário vs. *Lithothamnium calcareum*) na digestibilidade aparente do feno de capim *Brachiaria decumbens* stah cv. Basilisk. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**. v.19, p.49–56, 1989.

OWENS, F. N.; ZINN, R. Protein metabolism of ruminant. In: CHURCH, D. C. (Ed.) The ruminant animal: digestive physiology an nutrition. Englewood Cliffs: Simon & Schuster, 1988. P.227-249.

OWENS, F. N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. Acidosis in cattle: a review. **Journal Animal Science**, Champaign, v.76, n.1, p.275-186, 1998.

PEREIRA, M. N.; GARRETT, E. F. ; OETZEL, G. R.; ARMENTANTO, L. E. Partial Replacement of Forage with Nonforage Fiber Sources in Lactating Cow Diets. I. Performance and Health. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.82, n 12, 2716-2730, 1999

PERRY, T.W., BEESON, W.MM., MOHLER, M. T. Effect of monensin on beef cattle performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 42, p. 761-765, 1976.

PRESSMAN, B.C. Ionophorus antibiotics as model for biological transport. **Fedding Process**. v. 27, p. 1283-1288, 1976.

RADOSTITS, O.M.; GAY, C. C.; BLOOD, D. C.; HINCHCLIFF, K. W. (9 ed.). **Clinica Veterinária. Um tratado de doenças dos bovinos. ovinos, suínos, caprinos e equinos**. Rio de Janeiro. Ganabara Koogan, p. 1737, 2002.

RANGEL, A. H.; LEONEL, F. P.; SIMPLÍCIO, A. A.; MENDONÇA JÚNIOR, A. F. Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.2, p.173-182, 2008.

RAUCH, R.E.; ROBINSON, P.H.; ERASMUS, L.J. Effects of sodium bicarbonate and calcium magnesium carbonate supplementation on performance of high producing dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**. v.177, p180-193, 2012.

RÍSPOLI, T. B.; RODRIGUES, I. L.; MARTINS NETO, R. G.; KAZAMA, R.; PRADO, O. P. P.; ZEOULA, L. M.; ARCUR, P. B. Protozoários ciliados do rúmen de bovinos e bubalinos alimentados com dietas suplementadas com monensina ou própolis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.1, p.92-97, 2009.

RODRIGUES, P. H. M.; MATTOS, W. R. S.; MELOTTI, L.; RODRIGUES, R. R. Monensina e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com proporções de volumoso/concentrado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.449-455, 2001.

RUMSEY, T. S.; PUTMAN, P. A.; OLTJEN, R. R. Influence of level and type on ruminal pH, VAF, respiratory rate and EKG patterns of steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.31, p. 608, 1970.

RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Mini-Review: the effect of ionophores on ruminal fermentations. **Appl. Environ. Microbiol.** v.55: p.1-6, 1989.

RUSSELL, J.B. & CHOW, J.M. Another theory for the action of ruminal buffer salts: Decreased starch fermentation and propionate production. **Journal of Dairy Science**, Champaign 78: 826-830, 1993.

SANTOS, F. A. P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2006. P. 151-179.

SANTRA, A.; CHATURVEDI, O.H.; TRIPATHI, R. et al. Effect of dietary sodium bicarbonate supplementation on fermentation characteristics and ciliate protozoal population in rumen of lambs. **Small Ruminant Research**, v.47, p.203-212, 2003.

SCHELLING GT. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.58, n.6, p.1518-27, 1984.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. et al. Effect of feed delivery fluctuations and feeding time on ruminal acidosis, growth performance, and feeding behavior of feedlot cattle. **Journal of animal science**, Champaign, v. 82, n. 11, p. 3357-3365, 2004.

SOUZA, H. A.; MENDONÇA, V.; RAMOS, J. D.; FERREIRA, E. A.; ALENCAR, R. D. Doses de lithothamnium e diferentes substratos na produção de mudas de maracujazeiro 'doce'. **Revista Caatinga**. Mossoró, v.20, n.3, p.58-69, 2007.

SOUZA, H. A.; RAMOS, J. D.; MELO, P. C.; HAFLE, O. M.; RODRIGUES, H. C. A.; SANTOS, V. A. Avaliação de doses e produtos corretores da acidez em variáveis biométricas na produção de mudas de maracujazeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, vol.31, n.4, p. 607-612. 2009.

STAPLES, C.R., LOUGH, D.S. Efficacy of supplemental dietary neutralizing agents for lactating dairy cows. A Reviw. **Animal of Feed Science. Technology**, v. 23, p.277. 1989.

STOCK , R. A.; LAUDERT, S. B.; STROUP, W. W.; LARSON, E M; PARROTT, J C; BRITTON, R. A. Effect of monensin and monensin and tylosin combination on feed intake variation of feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, n.1, p.39-44, 1995.

STROUD, T. E.; WILLIAMS, J. E.; LEDOUX, D. R.; PATERSON, J. A. The influence of sodium bicarbonate and dehydrated alfalfa as buffers on steer performance and ruminal character istics. **Journal of Dairy Science**. Champaign, 1985, 60:551-559.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jabuticabal: Funep. 2006. p. 151-179.

VARGA, A. G.; KOLVER, E. S. Microbial and animal limitations to fiber digestion and utilization. **Journal Nutrition**, v.127, p.819-823, 1997.

VASCONCELOS, J.T. & GALYEAN, M. L. ASAS Centennial Paper: Contributions in the Journal of Animal Science to understanding cattle metabolic and digestive disorders. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 1711-1721, 2008.

USDA: United States Department of Agriculture, 2014. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf>. __Acesso em 20/04/2014.

WALLACE, R.J.; CHESSON, A. Biotechnology in animal feeds & animal feeding. Part 1: ionophores, antibiotics and methane inhibitors in ruminants. **Feed Compounder**, v.16, n.5, p.12-14, 1996.

WHEELER, W. E.; NOLLER, C. H.; WHITE, J. L. Effect of level of calcium and sodium bicarbonate in High concentrate diets on performance and nutrient Utilization by beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 53, n. 2, 1981.