

UILA ALMEIDA ARAGÃO DE ALCANTARA

**PERFIL METABÓLICO E CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO
RUMINAL DE BOVINOS SUBMETIDOS À DIETA GRÃO DE
MILHO INTEIRO**

GARANHUNS

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANIDADE E REPRODUÇÃO DE
RUMINANTES

UILA ALMEIDA ARAGÃO DE ALCANTARA

PERFIL METABÓLICO E CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO
RUMINAL DE BOVINOS SUBMETIDOS À DIETA GRÃO DE
MILHO INTEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Reprodução de Ruminantes da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Sanidade e Reprodução de Ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. Pierre Castro Soares

Co-orientador: Prof. Dr. José Augusto Bastos

GARANHUNS

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANIDADE E REPRODUÇÃO DE
RUMINANTES

PERFIL METABÓLICO E CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO RUMINAL DE
BOVINOS SUBMETIDOS À DIETA GRÃO DE MILHO INTEIRO

Dissertação elaborada por

UILA ALMEIDA ARAGÃO DE ALCANTARA

Aprovada em 19/02/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pierre Castro Soares

Orientador - Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE

Profa. Dra. Carla Lopes de Mendonça
Clínica de Bovinos de Garanhuns/UFRPE

Prof. Dr. José Augusto Bastos Afonso
Clínica de Bovinos de Garanhuns/UFRPE

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Ariano Suassuna, Garanhuns - PE, Brasil

S347p Alcantara, Uila Almeida Aragão de

Perfil metabólico e características do fluido ruminal de bovinos submetidos à dieta grão de milho inteiro / Uila Almeida Aragão de Alcantara. - 2019.

124 f. : il.

Orientador: Pierre Castro Soares.

Coorientador: José Augusto Bastos Afonso

Dissertação (Mestrado em Sanidade e Reprodução de Ruminantes) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós - Graduação em Sanidade e Reprodução de Ruminantes, Garanhuns, BR - PE, 2019.

Inclui referências e anexos

1. Ruminante - Alimentação e rações 2. Nutrição animal 3. Bioquímica clínica I. Soares, Pierre Castro, orient. II. Afonso, José Augusto Bastos, coorient. III. Título

CDD 636.2

EDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a minha Mãe (in memoriam),
com todo meu amor, gratidão e saudade.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por guiar meus passos, proteger e sustentar.

A minha mãe (*in memoriam*), a luz que me ilumina, razão da minha eterna saudade.

Ao meu pai, pela educação, respeito e amor.

A minha Tia Cris, por ser meu apoio, porto seguro e por me amar incondicionalmente.

Ao meu namorado, Rodolpho, pelo amor, companheirismo, paciência, alegrias, apoio diário e ombro amigo. Agradeço-te infinitamente tudo que vivemos.

As minhas irmãs, minhas melhores amigas, pelo exemplo, auxílio e amizade.

Aos meus avós queridos, que tanto sinto amor e falta.

Meus tios, tias e primos (as), por toda ajuda e estímulo durante toda essa jornada.

À Clínica de Bovinos de Garanhuns (CBG), pelo imenso aprendizado, pessoal e profissional, por todas as oportunidades durante esses quatro anos aqui vividos. Sempre me orgulharei de ter passado por aqui.

Em nome do seu corpo constituente, Dr. Nivaldo, Dr. José Augusto, Dra. Carla, Dra. Isabel, Dr. Teles, Dr. Nivan, Dr. Jobson e Dr. Rodolfo, agradeço de coração tudo! Toda confiança, disponibilidade em ajudar, conhecimentos passados e amizade durante esses anos.

A Dr. José Augusto, serei eternamente grata por todos os ensinamentos, confiança, atenção, estímulo e esforço em ajudar. Por ter concedido o projeto, estar presente na execução, fornecer material e subsídios. Por todas as conversas e apoio. Saiba que o Sr. é fonte contínua de estímulo e inspiração, obrigada por tudo!

A Dr^a. Carla, por ser tão atenciosa, pelo amparo, pela dedicação e entrega em tudo que faz. Pelas palavras de apoio, entusiasmo, alegria e luz. A Sra. é exemplo em tudo! Obrigada pelas palavras, conversas, sorrisos e convívio diário. Serás sempre lembrada com muito amor e carinho.

Ao Prof. Pierre Castro Soares, pelas orientações, atenção, realização do trabalho, correções e toda assistência prestada durante esse período, por toda compreensão em orientar à distância e disponibilidade. Muito obrigada, Professor!

Ao Sr. José Bezerra e toda sua equipe, pela concessão da propriedade, toda ajuda nas coletas durante o experimento.

À equipe envolvida nas coletas e execução do projeto, Rafael, Leonardo, Regina, Elizabeth, Adony Neto, muito obrigada. Gliére por toda ajuda prestada sempre, na confecção das tabelas e estatística.

Aos professores do programa e colegas de mestrado, pelo convívio, ensinamentos e amizade.

Aos amigos, Pri, Colega Alexandre, Lúcia Macedo, Tatiane, Rafael, Elizabeth, Zé Ricardo, levarei para a vida.

Aos colegas residentes da CBG, Darlan, Lucas, Nitalmo, Thayrlla, Lucas Spósito, Bárbara, Tatiane e Raquel, Ana, Ângela, pelo convívio e amizade.

Agradeço todas as pessoas que fazem a CBG, as meninas Cilene, Luciana, Elaine, Selma, Luciano, Ivanilda, Sebastião, Cição, Rose, Timóteo, Alexandre, Jucélio, Mano, Antônio, Kelwin, Monteiro, que fazem funcionar diariamente essa instituição e ser referência, vocês são muito importantes!

A CAPES, pela concessão da bolsa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Reprodução de Ruminantes, Unidade Acadêmica de Garanhuns, da Universidade Federal Rural de Pernambuco pela oportunidade.

Ao laboratório de Combustíveis – ITEP- da Universidade de Pernambuco – UPE -, pelas análises laboratoriais.

Ao CENAPESQ e Laboratório de Doenças Nutricionais e Metabólicas de Ruminantes do Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE, Rebeka, Cleyton e os colegas que conheci lá.

Aos animais, que são fonte de inspiração na busca por melhorias.

A todos, muito obrigada!

“A maior recompensa para o trabalho do homem não é o que ele ganha com isso, mas o que ele se torna com isso”.

John Ruskin

RESUMO

Este estudo tem por objetivo caracterizar os efeitos da alimentação baseada na dieta do grão de milho inteiro sobre os parâmetros clínicos, hematológicos, bioquímicos e de fluido ruminal de bovinos confinados. Foram utilizados 20 bovinos, sem raça definida, adultos, não castrados, com peso médio de $334,4 \pm 15,95$ kg, vacinados e vermifugados, divididos em dois grupos experimentais, distribuídos por amostragem probabilística, confinados durante 99 dias. O grupo controle (G2) foi composto por cinco animais que foram alimentados com dietas contendo bagaço de cana de açúcar e Max Beef Grão Inteiro®, utilizando uma relação volumoso:concentrado (30:70), respectivamente; enquanto que animais do grupo experimental (G1) composto por 15 animais, receberam somente dieta à base de Max Beef Grão Inteiro®, durante todo o experimento. Observações clínicas, amostras de sangue e de fluido ruminal foram obtidas num intervalo entre duas e quatro horas após a alimentação, durante seis momentos de coleta para cada grupo. Realizou-se hemograma, proteína plasmática total e fibrinogênio plasmático. No fluido ruminal foram avaliadas as características físicas, cor, odor e consistência; químicas, pH, PRAM e microbiológicas, percentual de infusórios e TAS/FLOT. Dentre os metabólitos sanguíneos analisados no soro: colesterol, triglicérides, ureia, creatinina, ácido úrico, proteína total, albumina, globulina, A/G, frutossamina, AST, CK, GGT, ALT, FA, Ca, P, Mg, Na, K e Cl, insulina, cortisol, troponina e CK-MB e no plasma glicose e lactato L. Os dados foram avaliados quanto à sua normalidade e, posteriormente, análise de variância (ANOVA), utilizando-se o procedimento SAS (Statistical Analysis System), adotando 5% de significância. Os animais mantiveram-se em estação, ativos, temperatura média geral de $38,8^{\circ}\text{C}$ no G1 e $38,3^{\circ}$ G2. A dinâmica do rúmen com movimentos incompletos, alguns animais apresentaram timpania branda. As fezes eram diarreicas com grãos de milho. As contagens de hemácias, hematócrito e hemoglobina foram significativamente mais elevadas no momento inicial ($P < 0,05$). Os valores de fibrinogênio plasmático diferiram entre os grupos, a maior média no G1 (489 mg/dL). A coloração do fluido ruminal variou do castanho claro ao leitoso, com odor ácido e consistência levemente viscosa no G1. O pH do fluido ruminal foi menor no G1, em relação ao G2, durante todo o período experimental e a menor média foi evidenciada no M2 ($5,59 \pm 0,05$). Houve comprometimento da população de infusórios, diminuição do tempo de redução do azul de metileno e TAS/FLOT ausente em alguns momentos. As análises bioquímicas evidenciaram no perfil energético, aumento na concentração sérica de triglicérides nos dois grupos experimentais e lactato plasmático no G1, em relação ao G2 ($P < 0,05$), com valores acima da normalidade. A concentração sérica de albumina foi mais elevada no grupo controle ($P < 0,05$). Foi verificada discreta elevação da atividade enzimática da GGT e CK. O perfil de eletrólitos e osmolalidade demonstrou hiperfosfatemia, hipernatremia, hiperclorêmia, aumento da osmolalidade e a diferença de íons forte evidenciou acidose metabólica nos momentos iniciais. O perfil hormonal demonstrou elevação do cortisol nos dois grupos. A dieta grão de milho inteiro desencadeou um quadro de acidose ruminal crônica caracterizada clinicamente por diminuição de motilidade, discreta timpania, diarreia com grãos. Aliado às alterações físico-químicas e microbiológicas do fluido ruminal. No entanto, não foram refletidos nos achados hematológicos, incluindo o fibrinogênio plasmático. Apesar das variações apresentadas, principalmente no perfil de eletrólitos e osmolalidade, os animais não demonstram distúrbios metabólicos aparentes com prejuízos no metabolismo geral.

Palavras-chave: Ruminantes; alimentação; bioquímica sanguínea; fluido ruminal, nutrição de ruminantes.

ABSTRACT

This study aims to characterize the effects of a feeding based on diet composed of whole corn grain on clinical, hematological, biochemical and of feedlot cattle rumen fluid. Twenty bovines, non-defined breed, adult, uncastrated, with an average weight of 334.4 ± 15.95 kg, vaccinated and wormed, were divided into two experimental groups, distributed by probabilistic sampling, confined for 99 days. The control group (G2) was composed of five animals that were fed diets containing sugarcane bagasse and Max Beef Grão Inteiro®, using a roughage:concentrate ratio (30:70), respectively; while experimental animals (G1) consisting of 15 animals received only the Max Beef Grão Inteiro®-based diet throughout the experiment. Clinical observations, blood, and ruminal fluid samples were obtained between at intervals of two and four hours after feeding, during six times of collection for each group. Hemogram, total plasma protein, and plasma fibrinogen were performed. In the ruminal fluid the physical characteristics, color, odor, and consistency were evaluated; chemical, pH, PRAM and microbiological, the percentage of infusory and TAS / FLOT. Among the blood metabolites analyzed in the serum: cholesterol, triglycerides, urea, creatinine, uric acid, total protein, albumin (A), globulin (G), A/G ratio, fructosamine, AST, CK, GGT, ALT, FA, Ca, P, Mg, Na, K and Cl, insulin, cortisol, troponin and CK-MB and plasma glucose and lactate-L. The data were evaluated for their normality and, subsequently, analysis of variance (ANOVA) using the SAS (Statistical Analysis System), adopting 5% of significance. The animals that were part of the G1 group were kept in season, active, average general temperature of 38.8°C in the G1 and 38.3° in the animals belonging to the group G2. Incomplete movements were observed in the rumen dynamics, with some animals presenting with mild timpanism. The feces were diarrheal with corn grains. Red blood counts, hematocrit and hemoglobin counts were significantly higher at baseline ($P < 0.05$). Plasma fibrinogen values differed between groups, with the highest G1 (489 mg/dL) mean. Ruminal fluid color ranged from light brown to milky, with acid odor and slightly viscous consistency in G1. The pH of the ruminal fluid was lower in G1 than in G2 during the whole experimental period and the lowest mean was found in M2 (5.59 ± 0.05). There was impairment of the infusory population, decreased time to reduce methylene blue and absent TAS / FLOT in some moments. The biochemical analysis showed an increase in serum triglyceride concentration in the two experimental groups and plasma lactate in G1, in relation to G2 ($P < 0.05$), with values above normal. Serum albumin concentration was higher in the control group ($P < 0.05$). A slight elevation of the enzymatic activity of GGT and CK was observed. The electrolytes and osmolality profile showed hyperphosphatemia, hypernatremia, hyperchloremia, increase in the osmolality and the strong ion difference showed a metabolic acidosis in the initial moments. The hormonal profile showed an elevation of cortisol in both groups. The whole corn grain diet triggered a chronic rumen acidosis is characterized clinically by decreased motility, discrete timpanism, grains with diarrhea. Allied to the physical-chemical and microbiological changes of rumen fluid. However, they were not reflected in hematological findings, including plasma fibrinogen. Despite the variations presented, mainly in the profile of electrolytes and osmolality, the animals do not demonstrate apparent metabolic disorders with damages in the general metabolism.

Keywords: Ruminants; feed; biochemistry of blood; rumen fluid, nutrition of ruminants

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Esquema de adaptação proposto pela fabricante para o G1.	74
Tabela 2 - Composição percentual dos ingredientes das dietas.....	75
Tabela 3 - Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais	75
Tabela 4 - Nível de significância ($Pr>F$) dos fatores de variação da avaliação hematológica em função dos fatores de variação (Grupos, Momentos e Interações).....	79
Tabela 5 - Valores médios e erro padrão das variáveis hematológicas de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro.....	80
Tabela 6 - Valores médios e erro padrão das variáveis hematológicas de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro.....	83
Tabela 7 - Nível de significância ($Pr>F$) dos fatores de variação de pH, infusórios, PRAM e TAS/FLOT em função dos fatores de variação (Grupos, Momentos e Interações).	84
Tabela 8 - Valores médios e erro padrão das variáveis do fluido ruminal de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro.....	84
Tabela 9 - Esquema de adaptação proposto pela fabricante.....	92
Tabela 10 - Composição percentual dos ingredientes das dietas.....	92
Tabela 11 - Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.....	92
Tabela 12 - Nível de significância ($Pr>F$) da análise de variância dos metabólitos do perfil energético em função dos fatores de variação (Grupos, Momentos e Interações).	94
Tabela 13 - Valores médios e erro padrão das variáveis do perfil energético de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro.....	97
Tabela 14 - Nível de significância ($Pr>F$) da análise de variância dos metabólitos do perfil proteico em função dos fatores de variação (Grupos, Momentos e Interações).....	100
Tabela 15 - Valores médios e erro padrão das variáveis do perfil energético de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro.....	101
Tabela 16 - Nível de significância ($Pr>F$) da análise de variância da atividade enzimática da função hepática e muscular em função dos fatores de variação (Grupos, Momentos e Interações).	103
Tabela 17 - Valores médios e erro padrão das variáveis da atividade enzimática de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro.....	104

Tabela 18 - Nível de significância ($P > F$) da análise de variância Do perfil mineral, osmolalidade diferença de íons fortes em função dos fatores de variação (Grupos, Momentos e Interações)..... 108

Tabela 19 - Valores médios e erro padrão das variáveis do perfil mineral, osmolalidade e a diferença de íons fortes (DIF) de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro.. 109

Tabela 20 - Nível de significância ($P > F$) da análise de variância do perfil endócrino em função dos fatores de variação (Grupos, Momentos e Interações)**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 21 - Valores médios e erro padrão das variáveis do perfil hormonal de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro..... **Erro! Indicador não definido.**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo geral.....	15
2.2. Objetivos específicos.....	15
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1. Dieta do grão de milho inteiro.....	16
3.2. Características da dieta grão de milho inteiro.....	17
3.3. Adaptação à dieta do grão inteiro.....	19
3.4. Acidose Ruminal.....	21
3.4.1. Etiopatogenia.....	23
3.4.2. Sinais clínicos.....	26
3.4.3. Diagnóstico.....	27
3.4.4. Prevenção e controle.....	32
3.5. Avaliação hematológica.....	34
3.6. Perfil Metabólico.....	36
3.7. Perfil Energético.....	36
3.7.1.1. Glicose.....	36
3.7.1.2. Triglicérides.....	37
3.7.1.3. Colesterol.....	39
3.7.1.4. Frutosamina.....	40
3.7.1.5. Lactato.....	40
3.7.2. Perfil Proteico.....	42
3.7.2.1. Proteínas.....	42
3.7.2.2. Albumina, Globulina e A:G.....	43
3.7.2.3. Ureia.....	45
3.7.2.4. Ácido Úrico.....	46
3.7.2.5. Creatinina.....	47
3.7.3. Perfil Enzimático.....	48
3.7.3.1. Aspartato aminotransferase (AST).....	48
3.7.3.2. Gama glutamiltransferase (GGT).....	49
3.7.3.3. Creatina quinase e Creatinofosfo-quinase isoenzima MB.....	49
3.7.4. Troponina.....	50
3.7.5. Perfil Eletrolítico.....	50

3.7.6. Osmolalidade	53
3.7.7. Perfil Hormonal	54
3.7.7.1. Insulina.....	54
3.7.7.2. Cortisol.....	54
REFERENCIAS	56
4. ARTIGO CIENTÍFICO 1	71
5. ARTIGO CIENTÍFICO 2.....	88
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	121

1. INTRODUÇÃO

A população de gado bovino em fazendas brasileiras cresceu e atingiu o recorde de 215,2 milhões de animais em 2015, com um aumento de 1,3% sobre 2014 (IBGE, 2015). O maior rebanho bovino comercial do mundo é o brasileiro e esta atividade tem importante representatividade no agronegócio. O Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio alcançou R\$1,26 trilhão, representando 21% do PIB total brasileiro. Já o PIB da pecuária chegou a R\$400,7 bilhões, 30% do agronegócio brasileiro (ABIEC, 2016).

Apesar dessa grande dimensão, a pecuária de corte brasileira ainda apresenta baixa eficiência. A produção de carne no Brasil é majoritariamente a pasto. Apenas 10% de todos os animais abatidos em 2014 foram terminados em confinamento, número equivalente a 4,66 milhões de cabeças (ABIEC, 2015). Diante disso, é imprescindível a intensificação dos sistemas de produção, através do melhoramento no manejo nutricional, para maximizar a produtividade (ANUALPEC, 2015).

Nos últimos anos tem crescido o interesse e a viabilidade da inclusão de quantidades cada vez maiores de grãos nas rações de bovinos confinados, decorrente da expressiva safra nacional, dos custos elevados para fornecimento de forragens, além das grandes áreas para plantio e por questões de operacionalidade nos confinamentos de grande porte, que vem crescendo nos últimos anos no país (MARQUES, 2011).

A dieta do alto grão ou dieta do grão de milho inteiro é baseada na utilização do grão de milho (sem triturar; 85 a 80% do total de matéria seca ingerida), associado a pellets que contém minerais, vitaminas, aditivos alimentares e fontes proteicas (15 a 20%) (BELTRAME E UENO, 2011). Dentre as características desta dieta estão o rápido ganho de peso, a alta eficiência alimentar, diminuição no tempo de terminação para abate, menor custo de mão de obra, entre outras (BULLE et al., 2002).

Como na grande maioria dos confinamentos brasileiros os animais são oriundos de pastagem, há necessidade de se realizar de forma eficiente e gradativa a fase de adaptação, dependendo do tipo de dieta e da proporção de concentrado que os animais serão submetidos durante a terminação (PAULINO et al., 2010). Para uso efetivo dos carboidratos rapidamente fermentáveis das dietas é necessário que os microorganismos do rúmen estejam adaptados (BROWN et al., 2006). Devido ao fato de dietas ricas em concentrado apresentarem cinética digestiva consideravelmente distinta da observada em dietas ricas em alimentos volumosos (PAULINO et al., 2010).

Nesse contexto, sabe-se que durante a engorda, os bovinos são muitas vezes levados aos limites fisiológicos. Resultando em substancial sobrecarga orgânica, de modo mais acentuado nos órgãos digestivos, reprodutivos e fígado, com consequências no metabolismo (DOKOVIC et al., 2010). Animais alimentados com altos níveis de concentrado na dieta tem habilidade reduzida de tamponamento devido a insuficiente secreção salivar, conseqüente a limitada mastigação e ruminação. Além disso, a capacidade absorptiva da parede ruminal está prejudicada devido a anormalidades nas papilas e rumenite, afetando a habilidade de manter estável o pH (NAGARAJA e LECHTENBERG, 2007). A combinação dessas mudanças pode levar a redução do pH do rúmen. Quando o pH do rúmen está reduzido, $\text{pH} < 5,6$, por períodos prolongados, por mais de três horas durante o dia, é caracterizado acidose ruminal subaguda (SARA) (KLEEN et al., 2003), na sua forma aguda há redução acentuada ($\text{pH} < 5,0$) (OWENS et al., 1998)

A acidose ruminal representa um problema econômico devido aos efeitos diretos causados por alterações no metabolismo ruminal que podem levar à morte e aos efeitos indiretos, o que podem levar a rumenite, abscessos hepáticos e laminite (NASR et al., 2017). Esta síndrome afeta negativamente a manutenção do equilíbrio acidobásico, o funcionamento dos órgãos parenquimatosos como fígado e musculatura estriada (DOKOVIC et al., 2010), a ingestão e digestão, a microbiota do rúmen, diminui produtividade, pode causar diarreia (ALZAHAL et al., 2007). Tem sido associada com envolvimento endócrino, alteração na atividade enzimática sérica, creatinina, proteína total e diminuição da absorção de ácidos orgânicos (BROWN et al., 2000).

Diante do exposto, em função da escassez de estudos desenvolvidos com o uso de dieta com milho integral na dieta de bovinos, avaliando-se o perfil metabólico, há necessidade de estudar e verificar o grau de comprometimento ruminal e sistêmico que este tipo de dieta provoca nos animais.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar o efeito da dieta grão de milho inteiro sobre as características do fluido ruminal e o comprometimento sistêmico de bovinos em confinamento, na dinâmica de parâmetros clínicos, hematológicos, bioquímica sanguínea e características do fluido ruminal.

2.2. Objetivos específicos

2.2.1. Avaliação dos achados clínicos (comportamento, atitude, frequência ruminal, aspecto das fezes e temperatura) dos bovinos recebendo dieta integral em grãos;

2.2.2. Analisar a dinâmica do rumem, por meio de provas de função ruminal dos bovinos recebendo dieta integral em grãos.

2.2.3. Avaliar a resposta hematológica dos bovinos recebendo dieta integral em grãos;

2.2.4. Avaliar os metabólitos sanguíneos do perfil energético, proteico, mineral e atividade enzimática da função hepática e renal dos bovinos recebendo dieta integral em grãos;

2.2.5. Avaliar o perfil hormonal dos bovinos recebendo dieta integral em grãos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Dieta do grão de milho inteiro

Os confinamentos de bovinos destinados à produção de carne começaram a destacar-se no Brasil no início da década de 80, utilizando um número pequeno de animais, como estratégia produtiva no período entressafra. Com o passar dos anos esse sistema de produção foi favorecido pela interação agroindústria-pecuária, sendo desenvolvido por pecuaristas de médio e grande porte, em diversos estados do país (MOREIRA et al., 2009). A maior concentração dos confinamentos se situa na região Centro-Oeste devido à logística de produção de alimentos, menor custo da terra e oferta de mão de obra mais capacitada (MALAFAIA, 2014).

As transformações evidentes da pecuária brasileira, principalmente com o grande número de confinamentos, trouxeram também a necessidade de desenvolver estratégias nutricionais que melhorassem os índices zootécnicos, promovessem alto desempenho produtivo, refletido em melhor qualidade da carne (SILVA, 2009). Diante desse quadro, para a pecuária nacional tornar-se economicamente viável se fez necessário elevar ganho por área através da terminação de animais em dietas com elevado teor energético (TEIXEIRA, 2015).

A maior parte da dieta utilizada no Brasil é composta por maiores quantidades de alimentos volumosos (silagens de milho, sorgo, cana) (PAULO e RIGO, 2012). Entretanto, a produção desses alimentos exige equipamentos, maquinários e mão de obra, cada vez mais específicos, além de grandes áreas para seu plantio (BELTRAME e UENO, 2011). Portanto, a produção e o fornecimento de alimentos volumosos têm se tornado um entrave nos confinamentos, o que tem levado produtores à busca de alternativas, como a dieta com altos níveis de concentrado ou dieta do alto grão (PAULO e RIGO, 2012).

O uso de dietas de alto teor de concentrados fornecidas *ad libitum* é prática comum na indústria de gado de corte na América do Norte (EUA) e Sul (Argentina) (GRANDINI, 2009). No Brasil, é uma tecnologia relativamente nova, o seu emprego tem crescido desde 2005. Baseada na utilização do grão de milho inteiro (sem triturar; 85 a 80% do total de matéria seca ingerida), qual confere a efetividade física para ruminação da dieta, associado a pellets que contém minerais, vitaminas, aditivos alimentares e fontes proteicas (15 a 20%) (BELTRAME e UENO, 2011). O núcleo proteico é formulado com teor de proteína bruta acima de 30%, com níveis de minerais suficientes para suprir às exigências dos animais, devendo ser ajustada

a porcentagem de inclusão na dieta conforme as recomendações da empresa fornecedora (UENO, 2012).

A dieta se caracteriza pela grande praticidade em fornecer aos animais confinados somente dois ingredientes: o milho e o pellet composto por concentrado proteico, vitamínico e mineral. Outra estratégia de uso de dietas sem volumoso, que tem sido aplicada de forma cada vez mais intensa pelos confinadores, é o seu fornecimento nos últimos 30-40 dias da fase de terminação. Animais recebem a dieta tradicional de terminação no início do confinamento, e ao final da fase de terminação migram para a dieta de alto grão (PAULINO et al., 2013).

O rápido ganho de peso, a alta eficiência de conversão alimentar e consequente diminuição no tempo de terminação para abate, o menor custo de mão de obra, menor necessidade de armazenamento de alimentos e geralmente maior uniformidade no desempenho, tem se tornado atributos desta dieta (BULLE et al., 2002).

Levando em consideração os custos da matéria prima em cada região, pode se tornar uma alternativa economicamente viável (PAULO e RIGO, 2012). Nas principais regiões produtoras do país, o custo por unidade de energia é, normalmente, menor para os grãos, favorecendo o uso de dietas mais pesadas ou quentes, como são comumente denominadas no dia a dia por nutricionais e pecuaristas envolvidos com confinamento no país (PAULINO et al., 2010).

3.2. Características da dieta grão de milho inteiro

O milho é um dos principais cereais produzidos no Brasil, com uma produção aproximada de 88 milhões de toneladas (IBGE, 2017), consiste em um dos alimentos tradicionais mais empregados para suprir as demandas energéticas dos bovinos, tido como um dos nutrientes de maior importância para terminação (KAZAMA et al., 2008). Dietas de maior concentração energética também permitem obter maior eficiência de uso da energia metabolizável para ganho, o que significa que maior parcela da energia consumida é depositada no corpo, seja na forma de proteína ou gordura (PAULINO et al., 2013).

A proporção mais indicada e utilizada da dieta grão de milho inteiro é de 85% de milho e 15% do pellet concentrado. Trata-se, portanto, de uma dieta altamente energética, que resulta em um consumo reduzido, em razão do efeito químico da alta energia sobre os mecanismos que regulam o consumo alimentar dos bovinos. O consumo mais baixo, aliado ao alto desempenho em ganho de peso e rendimento de carcaça resulta em melhorias da

conversão alimentar, com valores entre 135 e 145 kg de matéria seca ingerida por arroba ganha (PAULINO et al., 2013).

A função do grão de milho inteiro nestas rações, além de prover o fornecimento de energia, é promover a ruminação, a salivação e, conseqüentemente, o tamponamento do rúmen, reduzindo assim, o risco de acidose e a queda da taxa de consumo, sem afetar o resultado produtivo (BARBOSA et al., 2009). O fornecimento de milho inteiro representa uma segurança adicional, pois a energia contida nos grãos somente é liberada a medida da extensão da ruminação, e também pela estrutura física da dieta, cujo tamanho de partícula, por si é responsável pelos estímulos à ruminação (GRANDINI, 2009).

A mastigação exerce papel fundamental na melhor utilização do grão, visto que se não forem fisicamente danificados a digestão poderá ser severamente limitada. Levando em consideração que a mastigação reduz o tamanho das partículas, libera nutrientes solúveis para a fermentação, expõe o interior do alimento para a colonização bacteriana e hidrata a ingesta durante a salivação, resultando em maior facilidade para a digestão (BERCHIELLI et al., 2011).

Um dos grandes entraves desse tipo de dieta é o tipo de processamento do milho. O valor energético deste cereal está diretamente ligado ao grau de exposição do amido à degradação ruminal. Nas situações onde o grão é fornecido inteiro, seu aproveitamento é totalmente dependente da extensão em que sua estrutura física é rompida pelo processo de mastigação (PAULINO et al., 2010).

Para que ocorra a degradação ruminal do amido do grão de milho, torna-se necessário que o grão sofra rupturas físicas do seu endosperma, visto que o grão intacto passa direto pelo trato gastrointestinal dos animais. Animais mais jovens tendem a mastigar de forma mais intensa o alimento ingerido, aumentando o aproveitamento do amido presente no grão de milho, ao contrário dos animais mais velhos, criados em sistemas a pasto por período mais prolongado, que exercem menos essa parte crítica do processo de digestão dos alimentos. Além disso, o plano nutricional prévio a que o animal foi submetido também influencia a eficiência mastigatória (PAULINO et al., 2013).

Animais mais velhos, que chegaram ao confinamento com condição corporal ruim, o que pressupõe que passaram por restrição nutricional quantitativa e/ou qualitativa, quando colocados em dietas de alto grão, podem apresentar esse comportamento de alta taxa de ingestão, associada a menor mastigação, o que limitaria maior aproveitamento do amido do milho. Assim, a fase de adaptação passa a ser ainda mais crítica, para que o animal possa

passar por essa fase inicial de alto consumo antes de receber a dieta de grão inteiro em magnitude (PAULINO et al., 2013).

O núcleo peletizado associado ao grão inteiro é composto por fibras, minerais, vitaminas e tamponantes. São indispensáveis para o desenvolvimento das dietas de alto grão, pois possibilitam a complementação das necessidades nutricionais dos animais, controle e seleção da microbiota ruminal e estabilização do pH. Deve ser fornecido juntamente com o milho, variando suas proporções de acordo com os fabricantes e objetivos no decorrer do confinamento. Estes devem possuir tamanho semelhante ao do grão de milho para evitar a seleção pelo animal durante a alimentação, o que poderia gerar distúrbios alimentares (TEIXEIRA, 2015).

3.3. Adaptação à dieta do grão inteiro

A homeostase orgânica dos ruminantes parece estar ligada a manutenção das populações microbianas habitantes dos estômagos em perfeita simbiose. Essa relação é mantida através de trocas mútuas, onde o hospedeiro propicia um ambiente adequado e em troca recebe os nutrientes ingeridos para ser incorporado pelo seu organismo (ORTOLANI, 1979).

As dietas consumidas pelos bovinos antes do confinamento, em sua grande maioria, são tipicamente baseadas em forragens. Portanto, é necessário tempo para estabelecer uma população microbiana estável para uso efetivo de dietas baseadas em carboidratos rapidamente fermentáveis, a fim de evitar uma série de distúrbios metabólicos (BROWN et al., 2006).

A digestão eficiente de grãos de cereais por microorganismos ruminais requer a adaptação das enzimas fibrolíticas, proteolíticas e amilolíticas. Embora a produção de amilase microbiana seja aumentada quando grãos de cereais são fornecidos, o nível nas quais estas enzimas digerem o amido depende da resistência do carboidrato estrutural e barreiras proteicas para a digestão microbiana. O principal componente energético do grão de milho é o amido, que nos ruminantes pode ser fermentado no rúmen ou intestino grosso, ou sofrer digestão no intestino delgado (HENRIQUE et al., 2007).

Dietas altamente concentradas provocam mudanças marcantes no ambiente ruminal. Resultam em redução considerável de bactérias fibrolíticas, crescimento rápido de bactérias amilolíticas e diminuição do pH ruminal (BEVANS et al., 2005). Dietas contendo 60% ou

mais de concentrados, por exemplo, grãos, geralmente causam uma redução no valor do pH ruminal abaixo de 6,0. Isso, por sua vez, pode ser acompanhado por uma diminuição nas concentrações totais, em alguns casos, eliminação completa de protozoários (DEHORITY, 2005), embora o *Streptococcus bovis* seja considerado um pouco tolerante a ácido, não é tão tolerante quanto aos *Lactobacillus* sp. e sua taxa de crescimento é reduzida se o pH for inferior a 6,0 (NAGARAJA e LECHTENBERG, 2007).

Bactérias ruminais que fermentam rapidamente amido ou açúcares solúveis e contribuem para acúmulo de ácido láctico (D/L) e AGV, incluem *Selenomonas ruminantium*, *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus* sp. O *S. ruminantium* é um organismo dominante (22% - 51% da bactéria cultivável total) no rúmen de animais adaptados a uma dieta de alto teor de grãos. *S. bovis* é bactéria anaeróbia facultativa, e as contagens em animais alimentados com forragem não são altas (104-107 / g), mas sua população pode chegar a 10¹¹/g de conteúdo ruminal se houver excesso de carboidrato fermentável (NAGARAJA e LECHTENBERG, 2007).

Os protozoários ciliados são mais sensíveis do que as bactérias às flutuações e redução do pH ruminal. Consequentemente, o pH é fator crítico para sua manutenção. Há marcante redução, até completa eliminação na população de protozoários ciliados nos casos de acidose ruminal aguda ou crônica. O gênero *Entodinium* é o mais resistente ao baixo pH, o que explica o fato de ser predominante, 90 a 99% da população total em bovinos alimentados com grãos (NAGARAJA e LECHTENBERG, 2007).

O período de adaptação a uma nova dieta, quando modificamos o balanço entre volumoso e concentrado é importante, pois os microrganismos ruminais responsáveis pela metabolização dos alimentos fibrosos e os amilolíticos necessitam de pH em faixas distintas para seu desenvolvimento. Os protozoários e bactérias celulolíticas necessitam de pH de 6,2 ou mais alto, enquanto bactérias amilolíticas são ativas em condições mais ácidas com pH em torno de 5,8. Portanto, o pH do fluido ruminal afeta a degradação dos alimentos e o seu valor ideal varia de 5,5 a 7,0, sendo a salivagem uma das maneiras que o ruminante utiliza para manter o pH do rúmen em níveis mais neutros (BERCHIELLI et al., 2011).

A mudança abrupta na dieta pode resultar em acidose aguda ou subaguda. Para minimizar os problemas de acidose, o aumento de concentrado na dieta deve ser implementado de forma gradual, durante um período de 3 a 4 semanas (BEVANS et al., 2005).

Esse tipo de dieta requer um período de adaptação muito bem realizado e um acompanhamento bastante rígido das operações de mistura e distribuição da dieta, respeitando

a quantidade fornecida, os horários de fornecimento, além de constante monitoramento dos animais no que se refere ao consumo, comportamento e escore de fezes, permitindo detectar, de forma precoce e rápida, qualquer tipo de eventualidade que possa comprometer a eficácia dessa tecnologia nutricional (PAULINO et al., 2013).

O uso de dietas sem forragem traz, juntamente com suas vantagens, vários riscos e desafios. Esta prática pode ocasionar problemas de ordem digestiva acompanhados de diminuição no consumo, baixo ganho de peso, prejuízo à parede do rúmen e aparecimento de abscessos no fígado. Isso ocorre quando ruminantes ingerem grandes quantidades de carboidratos prontamente fermentáveis, típico de dietas com altos níveis de concentrado, onde a acidificação e a osmolaridade ruminal aumentam conforme os ácidos se acumulam. Sinais clínicos como baixo pH ruminal, anorexia, consumo variável, diarreia e letargia, são indicativos de quadro de acidose, que pode ter manifestação subclínica (OWENS et al., 1998).

3.4. Acidose Ruminal

Ao longo da evolução, os ruminantes desenvolveram estratégias anatômicas, fisiológicas e nutricionais que os tornaram herbívoros extremamente eficazes. A ingestão de dietas ricas em fibras acompanhou todo o processo evolutivo desses animais, uma vez que as forragens compõem grande parte da sua dieta (TEIXEIRA et al., 2015).

O retículo-rúmen é um ecossistema anaeróbico em que a digestão microbiana de alimentos converte substratos fermentáveis em ácidos orgânicos, ácidos graxos voláteis e lactato, que são removidos através da absorção. Enquanto a disponibilidade do substrato não for excessiva e a taxa de absorção for contínua com a produção, a fermentação ruminal é estável e o pH ruminal médio geralmente é superior a 5,5, muitas vezes na faixa de 5,8 a 6,5 no gado adaptado a dietas com grãos. Acidose ruminal ou aumento da concentração de ácidos orgânicos no rúmen reflete o desequilíbrio entre a produção e utilização microbiana e a absorção ruminal (NAGARAJA e TITGEMEYER, 2007).

Profundas mudanças acontecem no ecossistema ruminal durante o crescimento e em animais adultos, durante mudanças na dieta, como nas trocas de forragens para alimentos concentrados, ou feno/concentrado para dietas baseadas no pasto. O aumento dos níveis de carboidratos, cada vez mais utilizados para melhorar a produtividade dos bovinos, pode desenvolver um desequilíbrio fermentativo, com diminuição do pH e aumento nos níveis de ácido láctico no rúmen (TAJIMA et al., 2000).

A flutuação no pH é influenciada pela ingestão de grãos, capacidade de tamponamento inerente ao animal, as taxas de uso e absorção ruminal dos ácidos produzidos (NAGARAJA e LECHTENBERG, 2007). As taxas de ácidos graxos de cadeia curta, formados a partir dos carboidratos facilmente fermentáveis, excedem a absorção ruminal, tamponamento e a capacidade de saída (PLAIZIER et al., 2009).

Animais alimentados com altos níveis de concentrado na dieta tem habilidade reduzida de tamponamento devido a insuficiente secreção salivar, conseqüente a limitada mastigação e ruminação. Além disso, a capacidade absorptiva da parede ruminal está prejudicada devido a anormalidades nas papilas e rumenite, afetando a habilidade de manter estável o pH (NAGARAJA e LECHTENBERG, 2007).

Acidose ruminal em bovinos de confinamento pode ocorrer quando a osmolaridade do rúmen aumenta devido ao acúmulo de lactato, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e glicose. Como resultado, o pH do rúmen diminui e o corpo reage de forma protetora reduzindo a ingestão alimentar e a absorção de ácido. O acúmulo de lactato predominante na acidose aguda advém do aumento da taxa de produção e uso reduzido de glicose, provocando proliferação de bactérias formadoras de ácido láctico (MEYER e BRYANT, 2017).

As alterações bacterianas associadas à acidose ruminal incluem principalmente mudanças nas populações de bactérias fermentadoras de amido e amido solúvel (amilolíticas, bactérias fermentadoras de maltose e glicose) e bactérias fermentadoras de ácido láctico. A produção de ácido láctico por *S. bovis* provoca o declínio do pH ruminal, o que inibe as taxas de crescimento da maioria das bactérias ruminais e os *Lactobacilli* tolerantes a ácidos tornam-se predominantes. O papel de *S. bovis* é iniciar a cadeia de eventos que conduzirão a acidose ruminal aguda. Por isso, é considerado o principal agente etiológico de acidose aguda e intervenções estratégicas, como antibióticos e vacinas, muitas vezes são direcionadas ao seu controle (NAGARAJA e TITGEMEYER, 2007).

A acidose ruminal afeta bovinos confinados, assim como vacas leiteiras. Manifesta-se nas formas aguda, podendo levar o animal a morte, ou em sua forma subaguda ou crônica, mais difícil de ser detectada (KLEEN et al., 2003).

Diversos termos como impactação aguda, ingurgitamento por grãos ou sobrecarga por grãos já foram empregados para se referir ao quadro. Em 1965, Hammond e Dunlop introduziram o termo acidose láctica-D e caracterizaram a forma aguda da doença. No mesmo ano, Dirksen caracterizou a forma subaguda da doença e observou que esta ocorre com maior frequência que a forma aguda (OWENS et al., 1998). Possivelmente, a acidose ruminal ocorre

desde que o homem passou a empregar grãos para alimentar os bovinos (NORONHA FILHO, 2011).

Diferentes termos caracterizam acidose ruminal subaguda (SARA), como acidose crônica ruminal, acidose subclínica ruminal, acidose crônica latente (KLEEN et al., 2003). As definições atuais de acidose subaguda (SARA) são baseadas no pH do rúmen, determinado por vários métodos (OETZEL, 2003). Dessa forma, é desafiador estabelecer um limiar específico do pH do rúmen para a definição de SARA, uma vez que o pH difere localmente e as diferentes técnicas para coletar fluido ruminal introduz variação adicional (ABDELA, 2016). De forma geral, SARA ocorre quando o pH ruminal é inferior a 5,5-5,8, por várias horas durante o dia (PLAZIER et al., 2009).

Acidose ruminal subaguda (SARA) é caracterizada por episódios repetidos de pH baixo do rúmen, mas ao contrário da acidose aguda, o pH se reestabelece. Esses episódios de pH baixo geralmente duram vários minutos ou horas (3 a 4 horas). Afeta negativamente a digestão das fibras, causa danos e diminui a capacidade de absorção através do epitélio ruminal. Aumenta o potencial de bactérias, aminas e toxinas produzidas por bactérias (lipopolissacarídeos) entrarem na circulação portal, causando abscessos hepáticos e resposta inflamatória (GOZHO et al., 2005).

SARA é causada pela acumulo de AGCC no rúmen a medida que a alimentação é digerida. O pH ruminal cai, se a produção de AGCC for rápida e exceder a capacidade tamponante do rúmen. Com o tempo, será absorvido, tamponado, ou seguirá o fluxo ruminal, elevando o pH no ambiente ruminal. Como consequência, um padrão cíclico de pH ocorre causando períodos de SARA. Durante SARA, as concentrações de ácido láctico permanecem muito baixas (<1 mM) (BEAUCHEMIN e PENNER, 2009).

Oetzel et al. (2003) relataram que a grande maioria das vacas diagnosticadas com SARA, através de ruminocentese, apresentaram concentrações normais de lactato ruminal (<5mM), indicando que a concentração elevada de ácidos graxos voláteis foi a principal causa do baixo pH ruminal.

3.4.1. Etiopatogenia

Acidose ruminal aguda e subaguda compartilham etiologia similares, mas são doenças clínicas diferentes. A ingestão excessiva de carboidratos rapidamente fermentáveis ocorre com frequência em animais que iniciam a adaptação a alimentos concentrados (animais em confinamentos), quando animais mantidos a pasto são alimentados com grande quantidade de

suplementos ricos em amido (OWENS et al., 1998), forragens com altos níveis de oligossacarídeos e baixa fibra fisicamente efetiva, como trevos, alfafa jovem e azevém (BRAMLEY et al., 2008).

Animais adaptados, que devido a erros na mistura das rações ingerem quantidades muito além do habitual, animais dominantes que comem quantidades exageradas de rações, principalmente quando passam por períodos de privações, ou quando bovinos ainda não adaptados são colocados em lotes já adaptados recebendo grandes proporções de concentrado (VECHIATO e ORTOLANI, 2008).

O quadro pode ser agravado dependendo do tipo de cereal e seu processamento, que afetam o padrão de ingestão alimentar, fermentação e microbiota ruminal. A taxa de clivagem ou quebra do amido em glicose, depende da fonte do grão, processamento e tipo de carboidrato. Grãos de trigo, cevada e aveia são fermentados mais rapidamente que grãos de milho e sorgo. Apresentam, portanto, maior potencial de causar acidose ruminal. O processamento dos grãos também influi em sua taxa de fermentação. O tratamento dos grãos com umidade e calor torna os grânulos de amido mais expostos, aumentando o risco de provocar acidose (NAGARAJA e TITGEMEYER, 2007).

Se por um lado, a capacidade dos grãos de reduzir o pH ruminal varia, por outro, a capacidade da fonte de fibra de tamponar o conteúdo ruminal também varia. O poder da fonte de fibra em elevar o pH ruminal está na sua capacidade de estimular a ruminação quando grandes quantidades de saliva, alcalina, são produzidas e adicionadas ao conteúdo ruminal. A capacidade de estimular a ruminação está relacionada com o tamanho das partículas (STONE, 2004).

Na acidose ruminal aguda, uma ingestão excessiva de carboidratos rapidamente fermentáveis resulta em uma queda repentina e não compensada do pH ruminal. À medida que o pH ruminal cai, as concentrações de ácido láctico ruminal aumentam (OWENS et al., 1998). Esta cascata de consequências, muitas vezes fatais, começa quando o pH ruminal cai abaixo de 5.0. Animais que não foram adaptadas às dietas de alto teor de grãos são particularmente suscetíveis a acidose ruminal aguda, provavelmente porque não desenvolveram uma população viável de bactérias que utilizam ácido láctico e porque suas papilas ruminais podem ser curtas e incapazes de absorver grandes quantidades de AGCC (OWENS et al., 1998).

O acúmulo de lactato ruminal durante a acidose aguda é devido a maior abundância de bactérias produtoras de lactato, *S. bovis*, em comparação com as bactérias que utilizam lactato, *Megasphaera elsdenii* e *Selenomonas ruminantium*. Com o declínio do pH ruminal e

maior acúmulo de concentrações de lactato, a abundância de *S.bovis* diminui, eventualmente substituída por lactobacilos tolerantes a ácidos que agravam a acidose ruminal posteriormente, levando a acidose metabólica (CHAUCHEYRAS-DURAND et al., 2008).

Os lactobacilos ruminais são mais resistentes ao baixo pH do que o *S. bovis*, o que explica o fato de tornarem-se dominantes no rúmen acidótico (pH<5,6). O rúmen tem *Lactobacilli* *homofermentativo* (Isômeros L e D) e heterofermentativo (lactato, acetato ou etanol), existem numerosas espécies, mas frequentemente se descreve como "*Lactobacillus* sp". Duas espécies predominantes de lactobacilos que foram identificados e bem caracterizados, particularmente em animais em adaptação a dieta com grãos, incluem *Lactobacillus ruminis* e *Lactobacillus vitulinus*. A primeira espécie produz principalmente L-lactato e a segunda produz apenas o isômero D (NAGARAJA e LECHTENBERG, 2007).

Nas condições de acidose láctica aguda, carboidratos são fermentados erroneamente a ácido láctico levógiro (L) e dextrógiro (D). Quanto maior a absorção desse ácido, em especial na sua forma D, mais intenso será o grau de acidose metabólica sistêmica, podendo frequentemente levar o animal à morte (MARUTA e ORTOLANI, 2002a). Na acidose láctica aguda os teores sanguíneos de lactato-D apresentam-se altos, pois enquanto o lactato- L é metabolizado no fígado e rins, consumindo íons H⁺ no processo, o seu isômero D é pouco utilizado no organismo. Comumente surge desidratação, decorrente da passagem de fluidos corpóreos para o rúmen (MARUTA e ORTOLANI, 2002b).

Normalmente, o conteúdo ruminal apresenta osmolaridade inferior (240 a 270 mOsm/L) ao sangue (300 mOsm/L), mas na acidose láctica aguda este gradiente se eleva até 511 mOsm/L, devido a enorme produção no rúmen (DUNLOP, 1972). A desidratação pode agravar a acidose metabólica sistêmica, pois o organismo diminui a irrigação renal, a taxa de filtração glomerular e a excreção urinária de íons H⁺ e de D-lactato. Assim, o organismo deixa de utilizar parcialmente uma das principais vias de eliminação de íons H⁺ e do D-lactato (HUBER, 1969).

SARA é marcada pela ingestão de uma dieta baixa em fibra e alta energia, enquanto o ambiente ruminal ainda não está adaptado para fermentar e absorver os ácidos graxos de forma adequada que mantenha o pH ruminal dentro das fronteiras fisiológicas (KLEEN et al., 2003). Por definição, é um transtorno metabólico causado pela ingestão de dietas ricas em carboidratos rapidamente fermentáveis e falta de fibra fisicamente efetiva (FDNe) necessária para tamponamento adequado rúmen, resultando em episódios diários de baixo pH ruminal. A redução intermitentemente em vários episódios durante o dia acontece em resposta ao rápido

acúmulo de ácidos graxos de cadeia curta, produzidos por fermentação microbiana (ZEBELI e METZLER-ZEBELI, 2012).

O pH ruminal é um fator crítico na função normal e estável do rúmen, tem impacto direto sobre populações microbianas, produtos da fermentação, nas funções fisiológicas do rúmen, principalmente motilidade e capacidade de absorção. Portanto, o acúmulo não fisiológico de ácidos orgânicos e consequente redução do pH abaixo do normal ($< 5,6$) tem uma importância significativa na saúde e produtividade animal (NAGARAJA e LECHTENBERG, 2007).

Durante a SARA, o pH ruminal permanece baixo por longos períodos de tempo, $\text{pH} < 5,6$ por mais de 3 horas durante o dia (KLEEN et al., 2003). Existe uma discrepância na literatura quanto ao limiar exato de pH a ser utilizado para a presença de SARA. Foi proposto que se desenvolve quando o pH ruminal cai por várias horas abaixo do limiar crítico, como 5.6 (GOZHO et al., 2007), 5.8 (BEAUCHEMIN et al., 2003) ou 6.0 (STONE, 2004), entre 5,2 e 6, por um período prolongado (LI et al., 2013).

Quando as vacas são alimentadas com dietas forrageiras, o pH do rúmen pode ser mantido entre 6 e 7, que é considerado o melhor para bactérias celulolíticas. O pH ruminal pode diminuir periodicamente abaixo de 6 quando o teor de grãos aumenta.

3.4.2. Sinais clínicos

A acidose ruminal envolve um complexo de alterações que se iniciam no rúmen e podem desencadear distúrbios no equilíbrio hídrico e ácido-base, processos inflamatórios localizados em diversos órgãos e endotoxemia (NAGARAJA e LECHTENBERG, 2007). Não existe um sinal clínico típico de doença em vacas afetadas por SARA (KRAUSE e OETZEL, 2005). Contudo, diz-se que SARA está associada a inflamações de diferentes órgãos e tecidos. As manifestações clínicas desta doença incluem diminuição do consumo de alimentos, redução da produção leiteira, laminite, abscessos hepáticos, diarreia e extensas alterações nas populações da microbiota ruminal e os produtos da fermentação (STEELE et al., 2009).

Nos casos de SARA, o gado pode mostrar sinais de cólica e anorexia, e fezes diarreicas são comumente presentes. Quando todo o grupo de animais é afetado, é comum ver uma redução na ingestão alimentar, na superfície da baía encontram-se fezes com consistência líquida. Além disso, o gado geralmente tem uma quantidade anormal de fezes em seus quartos traseiros (MEYER e BRYANT, 2017).

Os sinais dos efeitos da SARA são os resultados de uma cascata fisiopatológica de eventos que começa com rumenite. Uma vez que o epitélio ruminal está inflamado, as bactérias podem colonizar as papilas e ter acesso à circulação portal. Estas bactérias podem causar abscessos hepáticos, que às vezes causam peritonite em torno do local do abscesso, podem colonizar os pulmões, válvulas cardíacas, rins ou articulações. A pneumonia resultante, endocardite, pielonefrite e a artrite são todas doenças inflamatórias crônicas que são difíceis de diagnosticar ante mortem (OETZEL, 2007).

Outros sinais clínicos que foram observados por alguns autores são a presença de fibrina nas fezes, sujidade fecal excessiva no corpo, queda do tempo de ruminação, baixo desempenho reprodutivo e mastite ambiental (ABDELA, 2016).

A SARA também está associada a laminite e subsequente crescimento excessivo de cascos, abscessos e úlceras de sola. As células do epitelial ruminal não são protegidas por muco, como células abomasais, por isso são vulneráveis ao dano químico por ácidos. Assim, baixo pH ruminal conduz a rumenite, erosão e ulceração do epitélio ruminal. O rumenite é a lesão fundamental da SARA, e leva a problemas de saúde crônicos (OETZEL, 2007).

Uma das graves consequências da SARA, em vacas leiteiras, é a redução da produção de leite e diminuição da gordura (BIPIN et al., 2016), redução da ingestão de alimentos ou irregularidade, baixo escore de condição corporal e ulcerações. Além disso, tem sido associada com imunossupressão e inflamação. O lipopolissacarídeo (LPS) livre no rúmen aumenta durante SARA, o aumento de translocações de LPS entre rúmen e circulação sanguínea ativa resposta inflamatória. Dentre os vários sinais de SARA em bovinos, incluindo abscessos hepáticos e laminite, a translocação de LPS livre do rúmen para a circulação tem sido associada (SATO, 2015).

A síndrome da veia cava caudal pode causar hemoptise e morte aguda por hemorragia pulmonar em vacas afetadas com SARA. Nestes casos, os êmbolos sépticos advindos dos abscessos hepáticos levam a infecções pulmonares que, em última instância, invadem os vasos pulmonares e causam a sua ruptura (OETZEL, 2007).

3.4.3. Diagnóstico

Quando se suspeita de acidose, a história completa deve ser questionada, incluindo composição e características da alimentação fornecida, transição dos horários de fornecimento e os incrementos alimentares, podem auxiliar na compreensão dos riscos de acidose ruminal (MEYER e BRYANT, 2017). Deve-se inspecionar o rebanho, pois podem ser observados

animais em diferentes fases de evolução da acidose, alguns apresentando sinais agudos como diarreia e distensão abdominal e outros apenas anorexia. Na avaliação do indivíduo, exame físico completo com aferição de frequência cardíaca, respiratória, estado mental, palpação e auscultação ruminal, inspeção do contorno abdominal e temperatura corporal (RADOSTITS et al., 2007).

O diagnóstico de SARA com base no fluido ruminal fornece informações diretas sobre a condição do rúmen (TAJIK e NAZIFI, 2011). Nordlund, (2003) observou que a indução experimental de SARA afeta o perfil de ácidos graxos do leite e pode ser usado como ferramenta de diagnóstico para SARA. De acordo com Li et al. (2013) o comportamento também pode ser usado como ferramenta de diagnóstico em vacas leiteiras.

Os animais com quadros agudos podem apresentar anorexia, atonia ruminal ou diminuição da frequência e amplitude dos movimentos, comportamento apático e decúbito, em alguns casos. Além de distensão abdominal, ausência de ruminação, aumento do consumo de água (ALMEIDA et al., 2008)

O exame de conteúdo ruminal é uma ferramenta essencial no diagnóstico da acidose ruminal. As principais provas empregadas nessa avaliação são as características físicas, cor, odor, consistência, químicas, pH e prova de redução do azul de metileno e microbiológicas, tempo de sedimentação e flotação e avaliação microscópica dos protozoários (AFONSO e MENDONÇA, 2007). O fluido ruminal para avaliação do pH pode ser colhido diretamente em animais fistulados, via sonda oro-ruminal ou ruminocentese (KLEEN et al., 2003). As opiniões relativas aos riscos potenciais associados ao procedimento da ruminocentese são controversas. Alguns autores consideram uma técnica invasiva, com complicações potencialmente graves, secundárias de peritonite, abscesso de parede abdominal e ruminal (GIANESELLA et al., 2010).

A amostra ideal para avaliação do pH seria uma amostra composta coletada de vários locais no rúmen, devido a variação nos diferentes locais de colheita no rúmen, ou uma única amostra coletada do centro do rúmen. No entanto, tais amostras não podem ser coletadas em condições de campo (GARRET et al., 1999). Através de sonda oro-ruminal pode haver contaminação com saliva, que é alcalina, e aumentar seu valor de pH confundindo a avaliação (GARRETT et al., 1999). Para minimizar esse erro é necessário descartar os primeiros 200 ml de conteúdo ruminal (DIRKSEN et al., 1993).

Dentre as análises físicas, segundo Radostits et al. (2002), a cor depende até certo ponto do alimento ingerido pelo animal, será verde, verde oliva ou castanho esverdeada. Em bovinos a pasto ou que recebam feno de boa qualidade, a cor é verde escura. Quando a

alimentação básica do animal é silagem ou palha (alimento seco) a cor é acastanhada. Na por grãos a cor é branca leitosa à acinzentada, cinza leitosa nos casos de acidoses e nos casos de estase ruminal prolongada é esverdeada e enegrecida, pois já terá ocorrido putrefação.

O odor é normalmente aromático e não repelente, dependendo da alimentação específica ingerida (feno, capim, raízes, couve, silagem). Odores anormais incluem o odor repulsivo de decomposição de proteínas, o odor ácido penetrante em função do ácido láctico da alimentação com carboidrato rapidamente fermentável, suco ruminal inativo e do cheiro de conteúdo do abomaso indicativo de obstrução pilórica. O tempo de atividade de sedimentação ou teste de sedimentação ou flotação fornece uma avaliação rápida da atividade microbiana. Uma sedimentação muito rápida, sem flotação, ocorre na acidose ruminal, anorexia prolongada e a inatividade ocorrem em alimentos volumosos indigestos (DIRKSEN et al., 1993).

O pH do rúmen é geralmente mais alto no saco crânio-dorsal, seguido pelo crânio-ventral e saco dorso-caudal. O pH do rúmen no saco ventral e o centro do estrato sólido do rúmen é o mais baixo (DUFFIELD et al. 2004). Ao usar sonda gástrica, 4 horas após a alimentação, Plaizier (2004) usou um pH ruminal de 6.0 como um limiar. Garrett et al. (1999) definiu SARA com um limiar de 5.5, através de ruminocentese.

Duffield et al. (2004), por outro lado, coletaram através da cânula no saco ventral do rúmen e através de sonda, esses autores observaram que foram 0,33 e 0,35 unidades de pH, respectivamente, superiores ao líquido coletado pela ruminocentese. Com base nesses achados, esses autores propuseram os limiares para o pH anormal que indicam SARA devem ser de 5,5, 5,8 e 5,9 quando as amostras de fluido do rúmen são coletadas por ruminocentese, através de uma cânula ruminal do saco ventral, e utilizando uma sonda oral, respectivamente.

No PRAM é avaliado o potencial de oxirredução da microbiota. Na acidose pode ser observado um tempo de redução diminuído, menos de um minuto indicando microbiota muito ativa, geralmente no início do quadro, ou tempo aumentado, mais de 15 minutos, já indicando um caso prolongado com morte de grande parte da microbiota. Na prova física de sedimentação e flotação, a sedimentação ocorre muito rápida e flotação ausente, indicando um fluido ruminal inativo (AFONSO e MENDONÇA, 2007).

Os protozoários no fluido ruminal de bovinos aparentemente saudáveis são móveis, enquanto no fluido anormal tem atividade mais lenta ou nenhum movimento, no caso de acidose. O exame da motilidade dos protozoários ciliados é realizada sob ampliação microscópica. E sua mobilidade é julgada como altamente móvel e muito lotado (+++), móvel

e lotado (++)), motilidade lenta e baixo número (+), infusórios mortos (0) (DIRKSEN et al., 1993).

A dosagem de lactato e AGCC permite melhor caracterização da acidose bem como maior entendimento sobre os efeitos secundários, levando em consideração que as concentrações dos ácidos orgânicos variam em função da microbiota ruminal pré-existente, do desafio imposto na alimentação e do tempo de colheita. A concentração de lactato total pode ser avaliada por teste colorimétrico (PRYCE, 1979), cromatografia líquida de alta eficiência (KRAUSE e OETZEL, 2005) ou cromatografia gasosa (KHAFIPOUR et al., 2009; LI et al., 2012). As técnicas de cromatografia também são usadas para medição das concentrações dos AGCC (KRAUSE e OETZEL, 2005; KHAFIPOUR et al., 2009).

As concentrações ruminais de lactato geralmente são baixas nos quadros de SARA, não ultrapassando 2 mmol/L (BEVANS et al., 2005). Nos casos de acidose aguda, os valores ruminais de lactato são maiores, Nagaraja e Titgemeyer (2007) descreveram valores de 50 até 120 mmol/L. Quanto aos ácidos graxos voláteis totais, se espera aumento dos mesmos nos casos de SARA, já que nesse caso estes são os responsáveis pela acidificação do conteúdo ruminal. Li et al. (2012) observaram valores de 164 mmol/L, com aumento na concentração total de ácidos graxos, nas proporções de propionato, butirato e redução de acetato.

Em casos agudos o conteúdo ruminal pode apresentar coloração amarelada, de consistência pastosa e odor ácido. Na avaliação microscópica dos protozoários observa-se redução, em graus variados, da densidade, viabilidade e motilidade, além de redução ou ausência de protozoários grandes e médios, indicando um ambiente ruminal desfavorável (STEEN, 2001).

A mucosa do rúmen desempenha um papel imprescindível no equilíbrio energético animal, através do transporte e metabolismo dos ácidos graxos voláteis derivados da fermentação ruminal. Além disso, o epitélio do rúmen atua como uma barreira protetora entre o ambiente ruminal e circulação portal. A acidose ruminal tem sido associada com alta incidência de lesões na parede ruminal e paraqueratose ruminal. As características de paraqueratose ruminal incluem acúmulo de camadas queratinizadas, células epiteliais escamosas nucleadas e excessivas células epiteliais destruídas (STEELE et al., 2009).

A lesão mais característica é rumenite que é observada como manchas azuladas no saco ventral. O epitélio pode se destacar facilmente em algumas áreas revelando uma superfície escura e hemorrágica. Nas áreas afetadas a parede pode estar três a quatro vezes mais espessa que o normal com uma superfície mucosa preta se elevando sobre áreas adjacentes normais (RADOSTITS et al., 2007).

Em quadros menos agudos podem ser observadas áreas de retração cicatricial sugerindo lesão prévia de acidose láctica ou subaguda (VECHIATO e ORTOLANI, 2008). Microscopicamente, as papilas podem estar alongadas. Há acentuada vacuolização citoplasmática nas células epiteliais. Podem ser observados também infiltrados neutrófilos na mucosa e submucosa e áreas focais de erosão e ulceração (BROWN et al., 2006).

Além de rumenite, é comum a presença de abscessos hepáticos. Esses podem ser internalizados ou superficiais, sendo facilmente identificados. São comumente encontrados de dois a dez abscessos, mas números maiores são possíveis. O tamanho e localização dos abscessos no órgão variam. Maiores abscessos são mais observados em animais confinados por longos períodos (NAGARAJA e LECHTENBERG, 2007).

O pH fecal pode ser utilizado como um meio alternativo no diagnóstico clínico da acidose láctica ruminal. A redução do pH foi causada pelo aumento da concentração de ácidos graxos voláteis nas fezes, oriundo basicamente da excessiva fermentação ruminal. Esta diminuição do pH fecal em grande importância para o diagnóstico, principalmente em condições de campo, já que a colheita das fezes e a determinação do seu pH são de fácil execução, podendo substituir ocasionalmente a colheita de suco ruminal para confirmar o diagnóstico clínico da enfermidade (MARUTA e ORTOLANI, 2002a).

No hemograma, Bipin et al. (2016) apresentaram alterações significativas nos parâmetros hematológicos devido ao menor pH ruminal. A leucocitose com neutrofilia pode ser resultado de um processo inflamatório em curso e também devido à mediação do cortisol resultante do estresse. Aumento do número de eritrócitos, concentração de hemoglobina e hematócrito foram atribuídos à hemoconcentração, após acidose sistêmica. Os autores concluíram que a hematologia poderia ser empregada como uma ferramenta de complementar do comprometimento sistêmico da SARA em rebanho leiteiro em correlação com outras manifestações e dados sobre alimentação e manejo.

Na espécie caprina foi observado aumento no hematócrito e proteínas plasmáticas refletindo a desidratação, leucocitose por neutrofilia, em decorrência do processo inflamatório e os danos à parede ruminal (ALMEIDA et al., 2008). O fibrinogênio plasmático pode aumentar em resposta à inflamação em bovinos e poderia desempenhar um papel auxiliar no diagnóstico de proteínas de fase aguda para SARA sob condições de campo (GOZHO et al., 2007). Na bioquímica sérica podem ser observadas redução de pH sanguíneo, bicarbonato e hipocalcemia. Na urinálise pode ser observado pH ácido (ORTOLANI et al., 2010).

Todos esses achados podem ser diagnosticados de maneira mais fácil nos casos agudos. Entretanto, diagnosticar SARA é mais difícil porque os sinais clínicos são sutis e de

maneira retardada após quadro de acidose subclínica. Como resultado, o monitoramento e registro de rotina das incidências de doenças relacionadas, sinais clínicos e a dinâmica dos parâmetros subclínicos podem ser as únicas maneiras de reconhecer a SARA em um estágio inicial para permitir medidas corretivas de manejo ou alimentação (BIPIN et al., 2016).

As proteínas de fase aguda são liberadas de hepatócitos sobre estímulo dos mediadores de inflamação, que incluem IL-1, IL-6 e fator de necrose tumoral. Estes mediadores são produzidos por macrófagos ou monócitos no local de lesão ou infecção. A quantificação da fase aguda das proteínas indica que a SARA inicia uma doença inflamatória (GOZHO et al., 2005). Repetidos episódios de SARA podem levar a inflamação e hiperqueratose das papilas do ruminais. Esse dano causado a mucosa do rúmen pode contribuir para resposta inflamatória em bovinos (GOZHO et al., 2006). Ser refletido na elevação do fibrinogênio plasmático, inclusive sob condições de campo (GOZHO et al., 2007).

3.4.4. Prevenção e controle

O equilíbrio ruminal é mantido evitando mudanças abruptas na dieta e períodos de adaptação. Os programas de adaptação devem permitir que o ambiente ruminal, incluindo o epitélio e a população microbiana, se adapte às mudanças na dieta. (BEAUCHEMIN e PENNER, 2009).

Em termos simples, esse controle consiste em estabelecer o equilíbrio entre produção e absorção/neutralização de ácidos no rúmen. Isso envolve promover o tamponamento ruminal, intervir na taxa de fermentação, adaptação adequada a dietas com maiores teores de concentrado e evitar a ingestão de quantidades excessivas de concentrado. O controle da acidose ruminal subaguda também serve como medida preventiva para acidose aguda (KRAUSE E OETZEL, 2006).

Durante a ruminação há produção de grande quantidade de saliva que posteriormente é deglutida e adicionada ao conteúdo ruminal. O tempo de ruminação é relacionado diretamente ao teor de fibras na dieta. A grande concentração de tampões endógenos como bicarbonatos e fosfatos torna a saliva um dos principais mecanismos de manutenção do pH ruminal. Além disso, o volumoso realiza um estímulo mecânico na mucosa que promove o desenvolvimento das papilas, melhorando a taxa de absorção de ácidos graxos voláteis. Deve-se, portanto, adequar um teor de fibras na dieta que equilibre a saúde do rúmen e que interfira o mínimo possível no aporte de nutrientes e produtividade do animal (NAGARAJA, 2011).

Nova tecnologia com o intuito de modificar a fermentação ruminal vem sendo utilizadas, como os anticorpos policlonais, que são basicamente anticorpos contra populações específicas de bactérias ruminais relacionadas a distúrbios metabólicos, como a acidose e abscessos hepáticos, podendo ser uma nova alternativa em substituição aos aditivos ionóforos (MARINO et al., 2011). Barducci et al., (2015) relataram eficiência no uso de anticorpos policlonais na redução de abscessos hepáticos bem como na sua severidade, podendo ser utilizado em dietas de elevada proporção de concentrado para bovinos confinados,

Segundo Dilorenzo et al. (2006), a alimentação com anticorpos policlonais contra *S. bovis* e *F. necrophorum* teve sucesso em reduzir as populações dessas bactérias quando novilhos foram alimentados com dietas contendo elevados teores de concentrado. Em estudo posterior, Dilorenzo et al. (2008) constataram que anticorpos policlonais diminuíram a incidência e severidade de abscessos hepáticos, propiciando aos animais imunizados melhor ambiente para fermentação e desenvolvimento de microrganismos benéficos, já que *S. bovis* e *F. necrophorum* são bactérias importantes no desenvolvimento da acidose ruminal e abscessos hepáticos, respectivamente.

Alguns aditivos vêm sendo cada vez mais utilizados na alimentação animal com intuito de prevenir os riscos de acidose, os ionóforos tem função de reduzir a produção de lactato ruminal. Esse efeito parece ser causado pela inibição de bactérias produtoras de lactato, *S. bovis* e *Lactobacillus*, melhoria competitiva das bactérias utilizadoras de lactato (OWENS et al., 1998). Entretanto, o uso de antibióticos na alimentação animal foi proibido pela União Europeia desde 2006, portanto a indústria da carne e do leite tem buscado alternativas na redução da acidose. Estratégias estão focadas no controle de bactérias envolvidas na produção (*S.bovis*) e utilização (*Megasphaera elsdenii*, *Selenomonas ruminantium*) de lactato (BLANCH et al., 2009).

A adição de lactato à dieta ou a utilização de ingredientes alimentares com alto teor de lactato podem melhorar a capacidade do rúmen para se adaptar aos aumentos repentinos da produção de lactato (OWENS et al., 1998). A concentração de ácido láctico no rúmen deve permanecer baixa, o crescimento de bactérias ruminais que utilizam ácido láctico, por exemplo, *Megasphaera elsdenii*, *Propionibacterium* spp. é relativamente lento, portanto, essas bactérias precisam de tempo suficiente para se adaptar às mudanças na dieta (NAGARAJA e TITGEMEYER, 2007). Em vacas adaptadas, estas bactérias garantir que qualquer ácido láctico produzido seja rapidamente metabolizado, evitando assim acúmulo de ácido láctico no rúmen (BEAUCHEMIN e PENNER, 2009).

A incorporação de tamponantes, como o bicarbonato de sódio e potássio, agentes alcalinizantes (carbonato de sódio e potássio, óxido de magnésio) na dieta serão capazes de neutralizar as mudanças de pH ruminal (HERNÁNDEZ et al., 2014). Além da formulação de dieta, aditivos que ajudam a modificar a ecologia microbiana do rúmen, tal como bicarbonato de sódio, alimentação bacteriana direta e monensina, podem ajudar a minimizar acidose. Tamponantes são rotineiramente adicionados às dietas de vacas, como prevenção da acidose. Devem ser introduzidos na ração gradualmente devido à sua baixa palatabilidade (BEAUCHEMIN e PENNER, 2009).

3.5. Avaliação hematológica

A hematologia é altamente informativa como ferramenta diagnóstica, em combinação com exame clínico. O hemograma pode contribuir com informações valiosas no diagnóstico, vigilância e formulação de um prognóstico de doenças. Os parâmetros hematológicos refletem a adaptabilidade em condições ambientais adversas, bem como outros agentes estressores. A nutrição influencia mudanças no perfil metabólico dos animais, dentre os fatores ligados à nutrição, as deficiências de minerais, proteínas e vitaminas na dieta podem provocar mudanças no metabolismo (COROIAN et al., 2017).

A contagem de glóbulos vermelhos geralmente inclui o número total de Hemácias, hematócrito (Ht), hemoglobina (Hb). Os índices eritrocitários incluem volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM).

A resposta leucocitária dos bovinos frente a injúria tecidual difere das outras espécies domésticas. O cão e o gato possuem compartimento de reserva leucocitária e que, ao menor sinal de infecção ou estresse libera um pool de neutrófilos segmentados aptos à defesa do organismo na corrente sanguínea, os ruminantes possuem limitações, tendo uma resposta mais tardia à agressão tecidual e liberando na circulação neutrófilos jovens (THRALL et al., 2007). Devido a essa particularidade leucocitária nos ruminantes a associação à investigação de parâmetros proteicos com o fibrinogênio é de grande auxílio na averiguação de enfermidades agudas, do que a interpretação isolada dos valores leucocitários (SILVA et al., 2008).

A maior parte das proteínas é sintetizada no fígado, com exceção das imunoglobulinas, que são produzidas pelos linfócitos B. A albumina corresponde à maior fração proteica do sangue, que é composto também por outras proteínas tais como imunoglobulinas,

fibrinogênio, proteínas de fase aguda, proteínas transportadoras e hormônios (KANEKO et al., 2008).

Alterações nas proteínas plasmáticas totais (PPT's) podem ser observadas também devido à desidratação, inflamação ou fatores nutricionais. Outras doenças como mielomas, infecções, hepatites e desordens da medula óssea podem levar a um elevado nível de PPT's. Baixa concentração de PPT's pode estar relacionada com má-absorção, desnutrição, doença hepática e com diminuição da produção de albumina (KANEKO et al, 2008).

Hiperproteinemia pode ser observada por aumento de albumina, globulinas ou ambas. Porém, a hiperalbuminemia só ocorre em caso de desidratação. O aumento de proteínas plasmáticas na ausência de desidratação pode ser indicativo de hiperglobulinemia. Já a hipoalbuminemia é observada em processos inflamatórios, visto que a albumina é uma proteína de fase aguda negativa. A albumina tem uma meia vida relativamente curta em bovinos (16,5 dias), mas pode refletir problemas de deficiência proteica por mais de um mês (RUSSEL e ROUSSEL, 2007).

Dentre as proteínas de fase aguda, o fibrinogênio e a haptoglobina são indicadores mais sensíveis de inflamações agudas ou crônicas em ruminantes. Isso é possível devido ao aumento da síntese de fibrinogênio pelos hepatócitos, que é resultante do estímulo de Interleucina-1 (IL-1), IL-6 e fator de necrose tumoral, os quais são liberados durante os eventos inflamatórios e/ou traumáticos (JAIN, 1993). Após 24 a 36 horas da injúria tecidual, aumenta a concentração plasmática do fibrinogênio, precedido pelo aumento da gamaglobulina.

O fibrinogênio é uma proteína plasmática importante na inflamação e por ser precursor da fibrina tem fundamental importância na coagulação. Constitui de 3 a 6% do teor de proteína plasmática total e é sintetizado por hepatócitos. Como o fibrinogênio é removido do plasma pelo processo de coagulação, não se encontra fibrinogênio no plasma. Inflamação aguda ou dano tecidual pode elevar os níveis plasmáticos de fibrinogênio, principalmente em bovinos, sendo este um componente significativo do hemograma na espécie (THRALL, 2007).

A concentração do fibrinogênio permanece elevada durante a ação da doença, decrescendo com a melhora do animal, tornando-se assim um bom marcador e avaliador do processo em curso. O fibrinogênio é descrito por Lopes et al. (2008) como uma proteína de fase aguda, que em processos inflamatórios, se eleva entre 3 – 4 dias e se mantém elevada por dias ou mesmo semanas, dependendo da cronicidade da enfermidade. A relação proteína plasmática:fibrinogênio (PP:F) é usada para distinguir hiperfibrinogenemia causada por doença ou associada à desidratação. Isso porque a hemoconcentração produz um aumento

relativo de todos os componentes das proteínas plasmáticas, incluindo o fibrinogênio (JAIN, 1993). Geralmente, relação PP:F menor que 15:1 indica aumento relativo do fibrinogênio comparado com as proteínas plasmáticas. A relação PP:F abaixo de 10:1 indica aumento absoluto de fibrinogênio (JAIN, 1993).

3.6. Perfil Metabólico

O desafio metabólico diante da intensificação dos sistemas de produção animal tem elevado os riscos de aparecimento de transtornos, tendo em vista que favorece o desequilíbrio entre o ingresso de nutrientes ao organismo, a capacidade de metabolização e os níveis de produção que se deseja alcançar. Com o intuito de entender e diagnosticar as doenças metabólicas nutricionais tem sido empregado desde os anos 70 o uso do perfil metabólico. São exames sanguíneos que permitem estabelecer as adequações nas principais vias metabólicas relacionadas com energia, proteínas e minerais, assim como a funcionalidade orgânica (GONZÁLEZ et al., 2000).

Tem sido utilizado como ferramenta para ponderação do *status* nutricional do rebanho, visto que desbalanços nutricionais podem afetar a concentração de alguns metabólitos sanguíneos, bem como metabólitos da urina, do leite e da saliva. A interpretação dos resultados deve ser criteriosa, levando em consideração fatores como raça, idade, dieta, manejo, clima, estado fisiológico, entre outros. Além de, se possível, utilizar referência de animais criados sob as mesmas condições (GONZÁLEZ et al., 2000).

Os principais perfis estudados são o energético, através da glicose, ácidos graxos não esterificados (AGNES), betahidroxibutirato (BHB), colesterol, triglicérides, além da frutossamina. Perfil proteico, avaliando as proteínas totais, albumina, globulina, ureia e suas relações. O perfil mineral, por meio das dosagens de cálcio, fósforo, magnésio, sódio, cloro e potássio e o hormonal, através das dosagens de cortisol e insulina (SILVA et al., 2017).

3.7. Perfil Energético

3.7.1.1. Glicose

Os mecanismos homeostáticos glicêmicos, glicogênese e gliconeogênese, são eficientes nos ruminantes e permitem poucas variações. O requerimento de glicose é amplamente atendido através da síntese de glicose, que ocorre predominantemente no fígado, usando precursores absorvidos após a digestão e fermentação da dieta (REYNOLDS, 2005).

O principal precursor de glicose é o ácido propiônico, que responde por mais de 50% do seu requerimento; em menores proporções, os aminoácidos gliconeogênicos, lactato e o glicerol (GONZÁLEZ et al., 2017).

González et al. (2000), afirmam que a dieta tem pouco efeito sobre a glicemia, exceto em animais com severa desnutrição. Em função disso, seu valor não é um bom indicador do nível energético da dieta, assim como afirmou Lee et al (1978). No entanto, em vista a importância como metabólito vital para as demandas energéticas, tais como metabolismo cerebral e lactação, a sua mensuração se torna justificada no perfil metabólico.

A concentração de glicose pode variar em bovinos de corte, em função da idade, com valores mais altos em animais jovens e níveis basais para animais mais velhos que demandam para manutenção das funções vitais (SARAIVA, 2017). Em situações de estresse, por influência dos hormônios cortisol e das catecolaminas, no aumento da produção de glicose (PAES, 2005). Em casos de diabetes mellitus, embora mais frequente em monogástricos. Em vacas leiteiras, estados hipoglicêmicos tem sido associado à cetose e quadros de deficiência severa de energia, a medida que a gestação avança em função da demanda fetal (GONZÁLEZ et al., 2017).

Diversos autores avaliaram as concentrações de glicose em bovinos de corte (SARAIVA, 2017; BENATI, 2013; BARINI, 2007; LIPINSKI, 2013; PAES, 2005), em estudos de perfil metabólico. Benati (2013) assegura que animais que recebem adequada nutrição conseguem manter a constância da concentração glicêmica e quadros hipoglicêmicos por ocorrer em casos de deficiência hormonal ou déficit energético muito severo.

3.7.1.2. Triglicérides

A avaliação do balanço energético é realizada com base em parâmetros que indiquem o grau de deposição e de mobilização das reservas de energia na forma de gordura, ou seja, aqueles relacionados ao metabolismo lipídico. O lipidograma é caracterizado pelos níveis séricos de colesterol, triglicerídeos, β -hidroxibutirato e ácidos graxos não esterificados. Em ruminantes, o balanço energético é avaliado com maior acurácia pelo lipidograma associado à glicemia. Essa ferramenta tem sido utilizada em estudos sobre metabolismo energético de bovinos, ovinos e caprinos em diferentes condições fisiológicas ou submetidos a condições nutricionais distintas (FERNANDES et al., 2012).

Os triglicérides são os lipídeos mais abundantes na natureza e estão conformados por glicerol e três ácidos graxos, unidos mediante ligação éster. Por serem compostos menos oxidados que os glicídios, rendem mais energia na oxidação celular (GONZÁLEZ et al., 2018). Tem função de reservar energia para o organismo nos momentos em que o aporte energético via dieta não seja suficiente para manter as funções vitais e também produtivas. É a principal forma de armazenamento de gordura no tecido animal. São sintetizados principalmente no fígado, tecido adiposo, glândula mamária e intestino delgado, porém a maioria das células possui a capacidade de realizar sua síntese (KANEKO et al., 2008).

A gordura é armazenada como triglicérides e dos depósitos é transportada como ácidos graxos livres ligados à albumina. Uma parte considerável destes ácidos é absorvida pelo fígado. Lá eles podem ser oxidados em CO₂ ou corpos cetônicos, ou esterificados e combinados com fosfolipídios, colesterol e apoproteínas para formar lipoproteínas, especialmente lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL). Esta fração de lipoproteínas transporta triglicérides para diferentes órgãos e tecidos (SEVINC et al., 2003).

Nos ruminantes, cerca de 90% da síntese de ácidos graxos e triglicérides ocorre no tecido adiposo, onde o principal precursor é o acetato. Em animais não lactantes e não gestantes, aproximadamente um terço do acetato absorvido é armazenado como triglicérido (KOZLOSKI, 2009).

Assim como ocorre com o colesterol, verifica-se aumento dos níveis séricos de triglicérides no período absorptivo. Durante o processo de absorção dos lipídios nos enterócitos, parte dos ácidos graxos é reesterificada a triglicérides, que são incorporados nas lipoproteínas (principalmente VLDL). Estas são liberadas na circulação linfática e, posteriormente, atingem a circulação sanguínea e são direcionadas aos tecidos periféricos (KOZLOSKI, 2009).

Os processos de lipólise e lipogênese acontecem continuamente nos depósitos de triglicérides no tecido adiposo, em metabólicas diferentes, controlados pelo sistema endócrino. Os hormônios que estimulam a lipólise são principalmente, adrenalina e glucagon, que são secretados quando os níveis de glicose diminuem. A insulina, por sua vez, estimula a lipogênese através das enzimas de esterificação dos ácidos graxos e aumenta os níveis de glicose na célula adiposa (GONZÁLEZ et al., 2017).

Os níveis séricos de triglicérides em ruminantes são baixos comparados aos não ruminantes, o que reflete a baixa capacidade de síntese hepática de triglicérides nos primeiros. Entretanto, após a ingestão de dietas com alta densidade energética (ricas em amido), ocorre aumento da síntese hepática de ácidos graxos a partir das elevadas quantidades

de acetato e propionato que chegam ao fígado, resultando em aumento da exportação de triglicerídeos na forma de VLDL (KANEKO et al., 2008). Normalmente, forragens apresentam baixo teor de lipídios, próximo de 4% ou 40 g/kg de matéria seca (MS) consumida; nesta fração lipídica, o teor de ácidos graxos pode variar de 40% nas forragens a 70% nos grãos, o que corresponde a 18 e 28 g/kg MS consumida (JENKINS, 1993).

3.7.1.3. Colesterol

Esta variável pode ser tanto de origem endógena como exógena nos animais. É precursor da síntese de hormônios esteroides, vitamina D e sais biliares, e participa da formação das membranas celulares. Além disso, é constituinte das lipoproteínas que são sintetizadas no fígado e no intestino delgado e atuam no transporte de lipídios no organismo (KANEKO et al., 2008).

No período absorptivo, no qual ocorre a absorção dos nutrientes após a alimentação, cerca de 95% dos lipídios plasmáticos totais estão associados a lipoproteínas, enquanto 5% estão na forma de AGNE e circulam ligados a albumina. Cerca de 90% dos lipídios ligados a lipoproteínas são transportados aos tecidos periféricos na forma de fosfolipídios e colesterol. Nos ruminantes estes compostos estão ligados, principalmente, a lipoproteínas de densidade muito baixa – VLDL (KOZLOSKI, 2009).

Variações na concentração de colesterol estão relacionadas a condição nutricional dos animais. O colesterol é um indicador confiável do metabolismo energético no fígado, particularmente da exportação de lipídios na forma de VLDL (NDLOVU et al., 2007). Podem estar aumentados no hipotireoidismo, em obstruções biliares, diabetes mellitus, pancreatites ou quando dietas ricas em carboidrato ou gorduras são fornecidas (GONZÁLEZ et al., 2017).

Concentrações elevadas tem sido associados à suplementação com fontes lipídicas na dieta de bovinos. Cardona et al. (2016) avaliaram o efeito da suplementação com ácidos graxos poli-insaturados na concentração plasmática de colesterol em novilhas receptoras de embriões, resultando em aumento da concentração plasmática desta variável. Cordeiro et al. (2015) também encontraram aumento na concentração de colesterol em vacas suplementadas com sementes de girassol, com impacto positivo na taxa de prenhez m vacas de corte.

Wittwer (2000) recomenda a determinação dos níveis séricos/plasmáticos de colesterol para avaliar o balanço energético em vacas leiteiras. Nesse caso, a diminuição dos níveis

séricos de colesterol indica quadro de déficit energético, enquanto o aumento ocorre em resposta a ingestão de níveis elevados de energia na forma de lipídios.

3.7.1.4. Frutosamina

Refere-se a um complexo de proteínas glicosiladas formado a partir de uma reação não enzimática irreversível de moléculas de glicose com grupos aminas, formando um composto estável de cetoamina, com arranjo de carbonos semelhante à frutose (GONZÁLEZ et al., 2017). Tanto a hemoglobina quanto as proteínas plasmáticas, principalmente albumina, podem formar este complexo. Essa ligação irreversível é constante ao longo do tempo de vida da proteína, portanto elas refletem a concentração de glicose no sangue ao longo da meia-vida da proteína (KANEKO, 2008). Como a albumina é a proteína plasmática mais abundante e a meia-vida dura cerca de 20 dias, a concentração sanguínea de frutosamina fornece um indicador glicêmico das últimas duas semanas antes da realização da coleta (GONZÁLEZ et al., 2017).

3.7.1.5. Lactato

O lactato trata-se de um metabólito produzido por todas as células dos mamíferos em condições de anaerobiose. É um ácido hidroxicarboxílico, sob a forma de dois enantiômeros, D-Lactato, sentido dextrógiro e L-Lactato, sentido levógiro, em função da sua assimetria no átomo de carbono. Segundo Russel e Roussel (2007), o D-Lactato se origina do metabolismo bacteriano, não sendo produzido pelas células dos mamíferos. Ambos têm propriedades físicas e químicas similares. Entretanto, a taxa de metabolização do D-Lactato é um quinto menor do que a forma L-Lactato, em função da baixa concentração da enzima D-Lactato desidrogenase (EWASCHUK et al., 2005).

Pode ser produzido por todas as células do corpo, como subproduto da glicólise, no entanto, músculo esquelético, cérebro, eritrócitos, e medula renal são responsáveis pela maioria da produção normal (PANG E BOYSEN, 2007). Sua concentração sanguínea normal varia de 1 a 2 mmol/L, considerando majoritariamente o L-lactato, decorrente da concentração nanomolar do D-lactato (EWASCHUK et al., 2005). A elevação da concentração de lactato sanguíneo define-se por hiperlactatemia, ao passo que a acidose láctica é caracterizada por aumento dos níveis de lactato acompanhado pela diminuição do pH sanguíneo (ALLEN e HOLM, 2008).

A acidose láctica surge, geralmente, como resultado de uma hipoperfusão tecidual e hipóxia, em casos de choque, anemia grave, defeitos mitocondriais, estados de septicemia ou outros que comprometam a produção de energia por via aeróbia e o consumo de lactato (ALLEN e HOLM, 2008). Assim como nos transtornos musculoesqueléticos, cardiomiopatias, diabetes mellitus, transtornos hepáticos, mudanças bruscas na alimentação de forragem para dietas ricas em alimentos concentrados nos casos de acidose láctica, onde há rápida fermentação de carboidratos solúveis com alta produção de lactato (GONZÁLEZ et al., 2017).

Nos casos de acidose láctica ruminal, o ácido láctico pode ser diretamente absorvido pela parede ruminal ou passar junto com o fluido ruminal para abomaso e intestinos, para posterior absorção (MOLLER et al., 1997). O aumento da produção de D e L-lactato no rúmen pode exceder 300 mmol/L e resultar alta concentração sanguínea, até 25 mmol/L. Concentrações elevadas estão associadas à neurotoxicidade e sinais de ataxia, letargia e nistagmo. A fermentação no cólon também pode favorecer a acidemia nesses casos (EWASCHUK et al., 2005).

Em condições normais, a maioria do lactato é produzida pelos eritrócitos, mas durante exercício ou atividade física intensa, o músculo produz grandes quantidades de lactato, devido à insuficiente oxigenação (GONZÁLEZ et al., 2017). O fígado e os rins são responsáveis pela maioria da depuração de lactato, metabolizando 50% e 20-30%, respectivamente (ALLEN e HOLM, 2008). Dentro desses órgãos, o lactato é convertido de volta ao piruvato, reação catalisada através da enzima lactato desidrogenase. A maioria do piruvato produzido entra no metabolismo oxidativo (Ciclo de Krebs) ou gliconeogênese (Ciclo de Cori) (PANG e BOYSEN, 2007).

Tem sido extensamente investigado em medicina humana, múltiplos estudos referem que o monitoramento dos níveis de lactato é um instrumento útil no diagnóstico, prognóstico, avaliação e tratamento de pacientes críticos, de forma rápida (BOLTON, 2007). Em medicina veterinária, especialmente em ruminantes, diversos autores já comprovaram a dosagem plasmática de L-Lactato como bom indicador de desordens digestivas (SANTOS, 2017), doenças respiratórias e transtornos no abomaso (KARAPINAR et al., 2013).

Sobre a produção e absorção de ácido láctico, Mackenzie (1967) fez uma extensa revisão em ruminantes, outros autores (ASH e DOBSON, 1963; MOLLER et al., 1997a; MOLLER et al., 1997b; EWASCHUK et al., 2005; EWASCHUK et al., 2004; PANG e BOYSEN, 2007) também relataram trabalhos com essa temática. Ding et al. (2003) relataram absorção de D-lactato e L-lactato em segmentos de intestinos delgado de ovelhas em 60

minutos após infusão e sua absorção é afetada pelo pH, pressão osmótica e concentração de lactato.

3.7.2. Perfil Proteico

As proteínas são as macromoléculas mais abundantes dos seres vivos, são versáteis, multifuncionais, em função do número, classe e sequência de aminoácidos que apresentam suas unidades funcionais. Elas podem ser classificadas quanto à sua forma, em fibrosas e globulares e quanto à sua solubilidade, em albuminas (solúveis em água e soluções salinas), globulinas (pouco solúveis em água, mas solúveis em soluções salinas), prolaminas, histonas e escleroproteínas. Entre as múltiplas funções, estão: estrutural, hormônios, enzimas, transporte, receptores, defesa, contração e reserva (GONZÁLEZ et al., 2017).

Os principais indicadores bioquímicos significativos são as proteínas totais, albumina, globulina e ureia (RUSSEL e ROUSSEL, 2007) A interpretação de suas concentrações varia de acordo com a alimentação, manejo, estado fisiológico e de saúde do rebanho avaliado.

3.7.2.1. Proteínas

O teor total de proteínas séricas é constituído por grande número de proteínas individuais. A detecção de alterações em diferentes frações tem informações diagnósticas importantes e essa detecção é feita através de métodos que fracionam as principais proteínas. De forma simples, a fração globulina pode ser estimada baseando-se na diferença entre a concentração total das proteínas e a albumina (KANEKO et al., 2008). Uma grande parte da fração globulina consiste em imunoglobulinas, que são sintetizadas por células linfoides (RUSSEL e ROUSSEL, 2007).

Alguns fatores afetam a concentração de proteína plasmática, tais como: a idade do animal, nutrição, sazonalidade, efeito hormonal, balanço de fluidos e em enfermidades (KANEKO et al., 2008).

Há uma correlação negativa entre a concentração albumina e globulinas. Quando há aumento na síntese de globulinas, em resposta a quadro infeccioso, a síntese de albumina é inibida. De outra forma, quando aumenta a síntese de albumina, a globulina tende a aumentar. Este mecanismo compensatório permite que haja adequada pressão osmótica sanguínea, através de uma concentração equilibrada entre as duas proteínas (KANEKO et al., 2008).

O aumento da concentração das proteínas ocorre em casos de desidratação, por hemoconcentração ou aumento na síntese de globulinas, principalmente da fração gama. Hipoproteinemia pode ser observada em casos de hiperhidratação, perdas proteicas associadas à hemorragia, nefropatias ou enteropatias, estados de inanição ou deficiência na alimentação (GONZÁLEZ et al., 2017). Do ponto de vista nutricional, descartando-se causas patológicas, estima-se que dietas com menos de 10% de proteína causem diminuição dos níveis proteicos sanguíneos (PEIXOTO e OSÓRIO, 2007).

As doenças inflamatórias têm efeito significativo nas proteínas plasmáticas. Durante reparos teciduais, há aumento das proteínas plasmáticas. Além disso, o processo de inflamação tecidual causa aumento da permeabilidade vascular, perda de proteínas, a princípio do espaço extra vascular e subsequentemente do espaço vascular. Durante o estresse e processos inflamatórios, há aumento da produção de globulina que migra na fração α e β , como parte à resposta de fase aguda (KANEKO et al., 2008).

3.7.2.2. Albumina, Globulina e A:G

A albumina é a proteína mais abundante do plasma, perfazendo cerca de 50% do total de proteínas. Sua síntese é realizada no citoplasma dos hepatócitos, controlada pela pressão coloidosmótica, embora possa ser influenciada pelos hormônios insulina, tiroxina e cortisol. Cerca de 30 a 40% da albumina está no sangue, deste percentual seis a 10% esta conjugada a glicose ou galactose, o restante encontra-se no espaço intersticial (KANEKO et al., 2008).

É uma proteína globular com um peso de 69 kDa, em função do seu pequeno tamanho e abundância, faz uma grande contribuição para a pressão osmótica, atua como transportadora para muitas substâncias orgânicas insolúveis (por exemplo, bilirrubina não conjugada) (TOTHOVA et al., 2014), ácidos graxos, colesterol, íons metálicos, anti-inflamatórios e antibióticos (KANEKO et al., 2008). É considerada indicador mais sensível para determinar o status nutricional proteico, valores persistentemente baixos de albumina sugerem inadequado consumo de proteína (PEIXOTO e OSÓRIO, 2007). Entretanto, para detectar mudanças significativas na concentração de albumina, é necessário um período de pelo menos um mês, devido à baixa velocidade de síntese e de degradação desta proteína no ruminante (PAYNE e PAYNE, 1987). Levando em consideração que a meia-vida em bovinos é de 16,5 dias e a capacidade de reserva do tecido hepático é considerável (RUSSEL e ROUSSEL, 2007).

A hipoalbuminemia pode ser atribuída à absorção diminuída de proteínas, síntese deficiente de albumina, excessiva degeneração proteica, ou perda de albumina, na inanição,

na desnutrição e em doenças gastrintestinais crônicas, nas quais há interferência na digestão e na absorção proteica, e também nas hepatopatias crônicas (BENATTI, 2013). Baixa concentração de albumina, juntamente com diminuição de ureia, indica deficiência proteica. Quando os níveis de ureia estão normais ou elevados, acompanhados de atividade enzimática elevada, indica falha hepática. Haverá hiperalbuminemia em casos de desidratação (GONZÁLEZ et al., 2017)

Nos processos inflamatórios, a albumina é a principal proteína de fase aguda negativa. Tendo em vista uma grande demanda para síntese de aminoácidos, prioriza-se a capacidade de síntese hepática para as demais proteínas de resposta aguda positiva, em detrimento à produção de albumina (TOTHOVA et al., 2014).

As globulinas estão envolvidas no transporte de lipídios, bilirrubina e metais no organismo. São classificadas em α , β e γ -globulinas. Causas comuns de hiperglobulinemia incluem estímulo antigênico crônico (isto é, doença inflamatória crônica) e doença hepática. Uma variedade de condições pode levar a estimulação antigênica, como casos de reticuloperitonite traumática, abscessos hepáticos ou pneumonia crônica. Nestes casos, a relação albumina: globulina (A:G), geralmente está diminuída, devido ao aumento da globulina e diminuição da albumina (RUSSEL e ROUSSEL, 2007). Vacinações recentes que provocam aumento na síntese de γ -globulinas. Os bezerros nascem hipogamaglobulinêmicos e precisam ingerir o colostro para suprir suas imunoglobulinas (SARAIVA, 2017).

O perfil das proteínas em conjunto com relação albumina: globulina (A:G), fornece uma abordagem sistemática para a interpretação das discrasias proteicas. Uma relação A:G normal, com perfil proteico normal, em condições fisiológicas; em casos de desidratação ou hiperhidratação. A:G diminuída, com perfil proteico anormal pode ser resultado de diminuição de albumina, atribuída a perda ou falha na síntese, em casos de doença renal, hepática, gastrintestinal, parasitismo; aumento das globulinas (α_1 -globulina, α_2 -globulina, β -globulina e γ -globulina), nos processos inflamatórios, nefrite, hepatite, doenças inflamatórias crônicas, abscessos hepáticos; A:G aumentada, com perfil proteico normal, em quadros de desidratação, aumento de globulinas em bezerros recém-nascidos não mamaram colostro (KANEKO et al., 2008).

Diversos estudos estão disponíveis na literatura no tocante às proteínas totais, Fagliari et al. (1998) avaliando constituintes sanguíneos em bovinos nelore e bubalinos, encontraram em animais machos adultos, valores médios de PT 7,14 g/dL, albumina 3,33 g/dL e globulina de 3,80 g/dL, em animais mantidos a pasto. Silva et al. (2008) avaliaram bovinos nelore terminados a pasto e confinados, quanto à dosagem de proteínas totais, não houve diferença

entre os grupos, os valores foram de 5,96 g/dL, para animais a pasto e 6,10 g/dL para animais confinados. Mas os autores observaram hiperproteinemia em bovinos a pasto em razão do maior valor da gamaglobulina, em resposta aos desafios infecciosos.

Saraiva (2017) avaliaram bovinos nelore confinados, alimentados com farelo milho moído encontraram média de 3,04g/dL para albumina e a globulina (4,39g/dL) e a concentração de PT permaneceu constante devido a correlação negativa entre a albumina e globulina durante todo período experimental, com média de 7,39 g/dL. Em trabalho com vacas de corte no Rio Grande do Sul, Gregory e Siqueira (1983) verificaram que vacas com teores normais de albumina ($\geq 2,8$ g/dL) obtiveram 78% de gestação contra 50% em vacas com teores reduzidos. González et al. (1993) e González et al. (2000) encontraram, respectivamente, valores médios para albumina sérica de 3,0 e 3,33g/dL, em rebanhos de corte. Benatti (2013) quando trabalhou com perfil metabólico de diferentes raças encontrou média de 7,48 g/dL aos 103 dias de confinamento. O valor médio da albumina foi 3,27 g/dL neste mesmo período.

Avaliando a influência do desmame, contenção e transporte rodoviário na hematologia e bioquímica clínica, Paes (2005) observou que houve aumento na concentração de albumina atribuída a hemoconcentração, manejo, transporte e variação da rotina dos animais. Os valores medianos de albumina sérica variaram de 3,30 a 4,80 g/dL.

3.7.2.3. Ureia

Através da microbiota ruminal, os ruminantes podem usar nitrogênio não proteico (NRP) para suprir suas necessidades dietéticas de proteína. As uréases bacterianas hidrolisam a ureia em CO_2 e NH_3 . A amônia livre é incorporada em aminoácidos e proteínas pelos microorganismos do rúmen, esta proteína bacteriana é digerida e absorvida no abomaso e intestino delgado junto com proteína dietética (KANEKO et al., 2008). A quantidade de amônia que será convertida em ureia depende do volume total de proteína degradada no rúmen e a taxa de incorporação de amônia em proteína microbiana, sendo assim, quanto maior o consumo, maior a concentração sérica deste metabólito.

A síntese da ureia ocorre no fígado, a partir da amônia proveniente do catabolismo dos aminoácidos e da reciclagem da amônia do rúmen. A sua concentração está diretamente relacionada com os níveis proteicos da ração e da relação energia/proteína da dieta e pode sofrer alterações passageiras, durante o dia, principalmente após a alimentação, em função da rápida fermentação, seguida da absorção da amônia, elevar a ureia nesse período

(GONZÁLEZ et al., 2017; PEIXOTO e OSÓRIO, 2007). Oliveira Junior et al. (2004) verificaram que o pico de produção de amônia ruminal ocorre duas horas após a ingestão do alimento, fato este que independe da degradabilidade ruminal da fonte proteica fornecida aos animais. Jin et al. (2018) também encontraram concentração plasmática significativamente elevada em vacas suplementadas com ureia após duas horas da alimentação, esse acúmulo muito rápido de amônia excede a capacidade de utilização microbiana, resultando em difusão através da parede do rúmen para o sangue e conseqüente conversão hepática.

A ureia é livremente filtrada pelos glomérulos renais e reabsorvida nos túbulos coletores a uma taxa que depende do fluxo de urina (KANEKO et al., 2008), em menor grau ocorre excreção através do intestino e leite. De forma geral, a ureia é um bom indicador de ingestão proteica em curto prazo, enquanto a albumina indica o estado proteico em longo prazo (GONZÁLEZ et al., 2017). Teores proteicos na dieta menores que 10% reduzem a concentração das proteínas sanguíneas, inicialmente na ureia e tardiamente na concentração de albumina, hemoglobina e volume globular (CONTRERAS, 2000).

Flagiari et al. (1998) determinou valores de constituintes sanguíneos em bovinos e bubalinos lactentes, desmamados e adultos. Estes autores encontraram média de ureia em nelores adultos de 18,17 mg/dL, em machos. Sendo maiores valores encontrados nos bubalinos, sem influência de idade ou sexo. Benatti (2013) estudou marcadores fisiológicos do estresse e perfil metabólico de bovinos da raça Curraleiro pé duro, pantaneiro e nelore confinados, com maior média, 33 mg/dL neste último, no terço final do confinamento. Em razão de uma resposta positiva do aporte proteico empregado na dieta. González et al. (2000), encontraram para novilhas de corte valores médios de ureia plasmática de 25,2 mg/dL, com teores variando entre 12,2 e 29,5 mg/dL.

Lipinski (2013) encontrou valores que variaram entre 12,54 e 22,98 mg/dL, em machos confinados da raça Purunã alimentados com silagem de milho e concentrado a base de farelo de soja (25%), milho grão triturado (73%) e mineralização à vontade. Os animais apresentaram maior média no início do confinamento, fato justificado pelo autor em função do catabolismo proteico decorrente do baixo escore de condição corporal. Paes (2005) obteve valores que variaram de 13 a 37 mg/dL em bovinos Nelore.

3.7.2.4. Ácido Úrico

O ácido úrico é um produto do metabolismo proteico que pode originar-se de duas fontes, as purinas absorvidas no intestino delgado e as purinas endógenas, liberadas do

metabolismo dos ácidos nucleicos. Nos ruminantes, este composto nitrogenado ocorre em pequenas quantidades no sangue porque é convertido em alantoína pela ação da enzima uricase (CHEN e GOMES, 1992).

Valores de ácido úrico acima dos normais podem ocorrer devido a neoplasias de células sanguíneas (leucemias e linfomas), distúrbios hepáticos inibidores da conversão do ácido úrico em alantoína, insuficiência renal, problemas endócrinos, aumento da reciclagem de ácidos nucleicos, intoxicação e hipotireoidismo. Além destes, outro fator que pode levar a hiperuricemia resulta de um defeito genético que causa a falta de enzimas necessárias para o metabolismo do ácido úrico (KANEKO et al., 2008).

3.7.2.5. Creatinina

É uma molécula pequena, produzida pela degradação da creatina e fosfocreatina, metabólito utilizado como fonte de energia muscular esquelética. Sua síntese ocorre a partir da glicina, arginina e metionina, o passo final no fígado. Sendo captada pelos músculos, onde é fosforilada pela creatina-quinase (CK) em creatina-fosfato (KANEKO et al., 2008). Sua excreção é exclusivamente renal, uma vez que ela não é reabsorvida nem reaproveitada pelo organismo (GONZALEZ e CAMPOS, 2003).

A quantidade de creatinina formada diariamente é relativamente constante para o indivíduo e não é influenciada por fatores extrarrenais como a alimentação (KANEKO et al., 2008). Diferentemente do que ocorre com a ureia, a excreção urinária de creatinina parece não variar conforme o teor de proteína bruta na dieta (FISHER et al., 2016).

Observa-se aumento em sua concentração nos casos de fluxo renal reduzido, hipotensão, desidratação, doenças renais, obstrução urinária, dano muscular ou exercício intenso. Seus valores estarão diminuídos em casos de insuficiência hepática, hiperhidratação e miopatias (GONZALEZ e CAMPOS, 2003).

Quanto à creatinina sérica, Paes (2005) encontrou mediana da sua concentração variando entre 0,8 e 1,2 mg/dL. Estes valores estão dentro ou próximos da faixa de normalidade (1,0 a 2,0 mg/dL) proposta por Kaneko et al. (2008), e são semelhantes aos obtidos por Fagliari et al. (1998) em bovinos jovens da raça Nelore.

3.7.3. Perfil Enzimático

A mensuração da atividade enzimática no auxílio diagnóstico está fundamentada nos conceitos que: enzimas cuja síntese e função são exercidas intracelularmente podem atingir a corrente circulatória após morte celular; como a concentração intracelular das enzimas é bem maior que no plasma, danos celulares relativamente pequenos podem elevar significativamente a atividade enzimática no plasma e o aumento da atividade enzimática permite fazer inferência sobre o lugar e o dano celular, uma vez que muitas enzimas são específicas de determinados órgãos (GONZÁLEZ e CAMPOS, 2003).

O aumento da atividade enzimática sérica pode ser decorrente do extravasamento ou indução da produção. As enzimas de extravasamento são aquelas liberadas quando a lesão celular altera as membranas da célula, atingem o espaço extracelular e em seguida, o sangue. Estas enzimas estão presentes no citosol e/ou em organelas e extravasam após necrose celular. Seu aumento pode ser detectado nas primeiras horas após a lesão. Por outro lado, as enzimas de indução, que estão presentes nas membranas celulares, são estimuladas a serem produzidas em maior quantidade, resultando em aumento da atividade no soro (THRALL et al., 2015).

3.7.3.1. Aspartato aminotransferase (AST)

A atividade da AST é relativamente alta e em quantidades semelhantes no fígado, músculo esquelético e cardíaco, variando entre espécies. Tem meia-vida mais longa que sorbitol desidrogenase (SDH) e CK e é estável por dias no soro à temperatura ambiente, refrigerado ou congelado. Está localizada no citosol, mas maiores concentrações são encontradas na mitocôndria (KANEKO et al., 2008).

As determinações séricas de AST ainda fazem parte de muitos perfis bioquímicos por causa de sua sensibilidade, relativamente alta, para detecção de lesão de hepatócitos e miócitos. No entanto, a atividade sérica da AST carece de especificidade quando comparada com enzimas, como SDH e glutamato desidrogenase (GLDH) para a detecção de lesão de hepatócitos e CK para a detecção de lesão miocitária (KANEKO et al., 2008). Consideram-se valores dentro da normalidade, 48 a 100 U/L (MEYER E HARVEY, 1998) e 78 a 132 U/L (KANEKO et al., 2008).

3.7.3.2. Gama glutamiltransferase (GGT)

GGT é uma enzima ligada à superfície externa da membrana celular. Catalisa a transferência de grupos gama-carboxila do glutamato a um peptídeo. Embora encontrada em muitos tecidos, é considerada hepatoespecífica e melhor indicador que ALP, em ruminantes. Sua atividade origina-se a partir dos ductos biliares e membrana dos hepatócitos, sendo importante indicador de distúrbios hepatobiliares e colestase (RUSSEL E ROUSSEL, 2007). Também se localizada na superfície das células tubulares proximais dos rins, fluindo com a urina durante lesões tubulares. No pâncreas, A GGT está localizada na superfície luminal das células que revestem ácinos e ductos pancreáticos. Entretanto, o aumento da atividade sérica de GGT não está associado a lesões no pâncreas ou rim (KANEKO et al., 2008).

A atividade sérica da GGT aumenta principalmente na doença colestática, embora a doença hepatocelular na qual a colestase é uma característica secundária (por exemplo, lipidose hepática, leptospirose). Como a GGT tem uma meia-vida mais longa, sua atividade tende a diminuir menos rapidamente do que a LDH, e pode ser mais valiosa na identificação de bovinos com doença hepática crônica (RUSSEL E ROUSSEL, 2007).

3.7.3.3. Creatina quinase e Creatinofosfo-quinase isoenzima MB

O tecido muscular esquelético e cardíaco é o principal local de atividade desta enzima. É usada amplamente para diagnosticar transtornos musculares, como esquiemia, decúbito prolongado, convulsões, tremores, traumas, excesso de exercício, cirurgias, e miopatias nutricionais. Por ter meia vida curta (4 horas), seu persistente aumento nos índices séricos indica lesão ativa e contínua dos músculos, é conveniente dosar AST, pois a CK eleva-se e também diminui sua atividade primeiro (GONZÁLEZ et al., 2017).

Os marcadores cardíacos têm sido empregados rotineiramente para a detecção de enfermidades miocárdicas em medicina, sobretudo para o diagnóstico de infartos agudos do miocárdio (IAM). Dentre aqueles, creatinofosfo-quinase isoenzima MB (CK-MB) e as troponinas, sendo estas mais específicas que as primeiras para os eventos de hipóxia de miocárdio. Creatinoquinase (CK) é uma molécula constituída por duas subunidades, M e B. Quando ocorre necrose do miocárdio, há liberação da isoenzima CK-MB para o meio extracelular e sua dosagem representa um recurso para a detecção de lesão cardíaca (FREITAS et al., 2015). No entanto, é menos sensível e específica, em comparação com as troponinas cardíacas (SANTOS et al., 2010).

3.7.4. Troponina

As troponinas são proteínas globulares responsáveis pela contração e relaxamento das miofibrilas. Consistem de três subunidades: a cTn I é a maior subunidade e está ligada à actina, a cTnT está ligada à tropomiosina e a cTn C é colocada entre Tn I e Tn T e tem alta afinidade contra o íon Ca^{+2} (BASBUGAN et al., 2010).

A troponina cardíaca I (cTnI), tem sido reconhecida como marcador mais sensível e específico de necrose miocárdica em humanos. Troponina I também é encontrado no músculo esquelético, no entanto, a forma é produzida por uma sequência de aminoácidos específica. Assim, anticorpos monoclonais para cTnI não têm reatividade cruzada com as formas musculares esqueléticas (ADAMS et al., 1993). O uso experimental de testes sorológicos humanos para análise de cTnI em cães e gatos forneceu bons resultados porque estas proteínas são preservadas filogeneticamente, com mais de 95% de concordância estrutural e homologia genética entre estas espécies (SCHOBER et al., 2001). Os ensaios desenvolvidos para humanos foram validados em muitas espécies.

Mecanismos para elevação das troponinas cardíacas circulantes incluem aumento da permeabilidade da membrana dos miócitos (liberação inicial do pool de troponina citosólica) ou necrose celular (liberação de troponinas miofibriladas). Quatro a seis horas após a lesão celular aguda do miocárdio, a concentração de troponina aumenta em um padrão bifásico. A meia-vida plasmática das troponinas cardíacas é de, aproximadamente, duas horas, e a eliminação ocorre principalmente através do sistema reticuloendotelial (cTnI e cTnT) e perda renal (cTnT) (SCHOBER et al., 2001).

A concentração sérica de cTnI em ruminantes clinicamente saudáveis está em torno de 0-0,04 ng/ml, sendo aumentada para 0,89 ng/ml em ruminantes com pericardite idiopática, e um valor de referência de 0-2 ng/ml é relatada (BASBUGAN et al., 2010).

3.7.5. Perfil Eletrolítico

Eletrólitos estão presentes em todos os líquidos corporais, intra e extracelulares, e suas concentrações podem ser medidas no sangue, plasma ou soro. Embora possa não refletir precisamente o balanço eletrolítico em todo o corpo, principalmente os eletrólitos predominantes no meio intracelular. Sódio e cloro estão em maiores concentrações no líquido extracelular (LEC), já as concentrações de potássio, cálcio, fósforo e magnésio são maiores no líquido intracelular (LIC) (THRALL et al., 2015).

No plasma o cálcio (Ca^{2+}) existe em duas formas, livre ionizada (cerca de 45%) ou associado a moléculas orgânicas (cerca de 10%). O Ca total, forma como é medido no sangue, contém a forma ionizada que é biologicamente ativa e a forma não ionizada. Estas duas formas estão em equilíbrio e sua distribuição final depende do pH, da concentração de albumina e da relação acidobásica. Em casos de acidose, haverá uma tendência para aumentar a forma ionizada de Ca. Uma queda no nível de albumina causa diminuição do valor de cálcio sanguíneo (GONZÁLEZ E SCHEFFER, 2003).

O sistema endócrino envolvendo o Ca, a vitamina D3, o paratormônio e a calcitonina, responsáveis pela manutenção dos níveis sanguíneos, atua de forma eficiente para ajustar-se à quantidade de Ca disponível no alimento e às perdas que acontecem, principalmente na gestação e lactação. O firme controle endócrino do cálcio faz com que seus níveis variem muito pouco (17%) comparado como o fósforo (variação de 40%) e o magnésio (variação de 57%). Portanto o nível sanguíneo de cálcio não é um bom indicador do estado nutricional, enquanto que os níveis de fósforo (P) e magnésio (Mg) refletem diretamente o estado nutricional com relação a estes minerais (GONZÁLEZ e SCHEFFER 2003).

O potássio (K^+), o principal cátion intracelular, desempenha importante função no potencial de repouso da membrana. Pequenas mudanças podem ter efeitos marcantes na função do órgão. A concentração sérica de potássio é influenciada por fatores que alteram equilíbrio interno (isto é, a distribuição de potássio através da membrana celular entre o LEC e o LIC, bem como fatores que alteram o equilíbrio externo (ou seja, a ingestão e a saída de potássio). O eficaz ajuste do equilíbrio externo e interno em indivíduos normais em resposta a grandes cargas de potássio ou perdas excessivas, normalmente mantêm a concentração dentro dos limites normais. No entanto, mudanças podem ocorrer em uma ampla variedade de circunstâncias e têm efeitos neuromusculares profundos em grande parte devido a alterações no potencial da membrana celular (KANEKO et al., 2008; RUSSEL e ROUSSEL, 2007).

O sódio (Na^+) é o principal cátion extracelular e é responsável pela maior parte da força osmótica que mantém o compartimento. Desempenha funções importantes, incluindo a manutenção da pressão e do volume sanguíneo normal, além da atividade muscular e nervosa (THRALL et al., 2015). De acordo com Russel e Roussel (2007), a concentração de sódio determinada a partir do soro reflete o sódio total do corpo porque este cátion é essencialmente confinado ao LEC e sua interpretação deve ser feita com conhecimento do estado de hidratação do animal. Pode haver hipernatremia, em função da diminuição da ingestão ou perda de água, que exceda a perda de eletrólitos, ingestão excessiva de sódio ou administração de líquidos hipertônicos, diarreia, doença renal, diabetes, etc. A hiponatremia é

mais comum em ruminantes que pastejam e não recebem suplementação e em vacas lactantes de alta produção (CASTRO, 2014).

Mudanças no balanço hídrico são as principais responsáveis por alterações na concentração sérica de Na^+ . A hiponatremia deve ser considerada em casos de depleção de Na^+ e diminuições resultantes do volume circulante. Essas condições incluem vômitos, diarreia, perda excessiva de suor e insuficiência adrenal. A hipernatremia quase sempre está associada à elevação da osmolalidade sérica. Ocorre em casos de desidratação, quando as perdas de água excedem as perdas de sódio e potássio e deve ser considerado como uma indicação de déficit hídrico relativo (KANEKO et al., 2008).

O magnésio (Mg^{2+}) é um íon principalmente intracelular, cofator de muitas reações enzimáticas (formação e utilização de ATP e muitas reações mitocondriais), síntese de proteínas e ácidos nucleicos. A homeostase está no balanço entre a absorção e excreção. A hipomagnesemia desenvolve sinais musculares, como hiperexcitabilidade, ataxia e tremores, espasmos, fasciculações. A hipermagnesemia é clinicamente insignificativo. A ingestão excessiva de potássio bloqueia a absorção de magnésio no rúmen (THRALL et al., 2015). Nas forragens, a disponibilidade de magnésio é muito baixa (11 a 28%) e levemente superior (30-40%) nos concentrados e grãos (CANEPPELE, 2014).

O fósforo (P) é o segundo mineral mais abundante no organismo animal, sendo 80% a 85% presente em ossos e dentes, e o restante distribuído nos tecidos moles (eritrócitos, músculos e tecido nervoso) e fluidos. Na forma de fosfatos, auxilia na manutenção do equilíbrio acidobásico, no metabolismo energético por meio da utilização e transferência de energia via adenosina monofosfato (AMP), adenosina difosfato (ADP) e adenosina trifosfato (ATP), na síntese proteica e atividade da bomba de Na^+/K^+ . Nos fosfolipídios, tem a função de manter a integridade da membrana celular. Junto ao cálcio, promovem a formação da matriz óssea bem como a sua mineralização. A deficiência de fósforo é o distúrbio mais comum e economicamente mais importante em bovinos mantidos a pasto, em função da deficiência das pastagens, custo elevado de suplementação e por estar envolvido em múltiplas funções orgânicas (GONZÁLEZ et al., 2017).

O cloreto (Cl^-) é o principal ânion no LEC. É um importante componente em muitas secreções (suor, saliva e secreções gástricas), como cloreto de sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl), ou cloreto de hidrogênio (HCl). Cloreto e bicarbonato frequentemente mantêm uma relação recíproca na LEC. A hiperclorêmia e hipoclorêmia, que são normalmente vistos em associação com alterações proporcionais na concentração de sódio, são devidas a alterações no balanço hídrico corporal. Diminuição desproporcional do cloro

pode ser visto em casos de alcalose metabólica, assim como em resposta compensatória para uma acidose respiratória primária (KANEKO et al., 2008; RUSSEL e ROUSSEL, 2007). Hiperclorémia pode estar associada com diminuição de bicarbonato, em casos de perda pelo trato gastrointestinal com diarreia, perda de saliva ou obstruções intestinais (THRALL et al., 2015).

Os eletrólitos, os compostos orgânicos de baixo peso molecular (glicose, ureia e aminoácidos) e as proteínas são os solutos dissolvidos nos espaços intra e extracelulares, que influenciam a pressão osmótica (GONZÁLEZ et al., 2017).

O equilíbrio ácido base é determinado por três variáveis independentes, dentre elas a diferença de íons fortes (DIF), a pressão parcial de CO₂ e a concentração total de ácidos fracos não voláteis. O DIF é a diferença entre a concentração total de cátions fortes (sódio, potássio e magnésio) e o total de concentração de ânions fortes (cloreto, sulfato, lactato, acetoacetato e 3-OH-hidroxitirato). Normalmente os principais determinantes de DIF estão presentes em concentrações mais elevadas nos fluidos corporais, como o sódio, potássio e cloreto. Mudanças na concentração de proteínas podem potencializar ou amenizar os efeitos das alterações da DIF no equilíbrio ácido base.

A elevação da DIF caracteriza uma alcalose metabólica e decorre de elevação em algum cátion forte, especialmente sódio, ou redução de cloreto. Por outro lado, sua redução caracteriza acidose metabólica e decorre de redução de algum cátion forte, principalmente sódio, ou elevação de algum ânion forte, como cloreto ou lactato. A redução de DIF também pode ocorrer por aumento de ânions fortes não mensurados como corpos cetônicos ou sulfatos (KANEKO et al., 2008).

3.7.6. Osmolalidade

Diversas reações químicas e diferentes modalidades de transporte ocorrem simultaneamente entre os compartimentos corpóreos, reguladas por um sistema sofisticado de manutenção de equilíbrio nos compartimentos intra e extracelulares. A medida da osmolalidade sérica é um importante instrumento laboratorial de avaliação e decisão em casos de desequilíbrio hidroeletrólítico (FARIA et al., 2017).

Foi demonstrado que a concentração de sódio na água do soro está intimamente correlacionada com a osmolalidade, ao longo de uma gama extremamente ampla de estados fisiológicos e patológicos, desde que sejam feitas as devidas correções para as contribuições feitas pelas variações na glicose e concentrações de ureia. Dentre as utilidades, determinar se

há desvio do teor de água no soro, segundo, rastrear a presença de substâncias de baixo peso molecular no sangue. A interpretação da osmolalidade sérica para estes fins requer simultânea comparação da osmolaridade medida e a calculada, determinada a partir das concentrações dos principais solutos séricos (sódio, glicose e ureia) (KANEKO et al., 2008).

3.7.7. Perfil Hormonal

3.7.7.1. Insulina

As secreções internas da hipófise anterior, adrenal e pâncreas estão intimamente associados com o metabolismo de carboidratos. Nas células pancreáticas, como a porção de insulina é clivada da proinsulina, são armazenadas em grânulos de células β . Sua liberação é estimulada pela glicose, aminoácidos, hormônios (glucagon, gastrina, secretina) e drogas (sulfonilureias, isoproterenol). No entanto, é inibida pela hipoglicemia, somatostatina, drogas, como dilantina e fenotiazinas. O fígado é o principal local de degradação e o rim é um local secundário. A meia-vida da insulina na circulação é entre cinco e 10 min (KANEKO et al., 2008).

A insulina é o principal hormônio controlador da utilização da glicose pelos tecidos extra-hepáticos em ruminantes, com influência também no metabolismo das proteínas e lipídeos (WEEKES, 1991). A ação primária da insulina no metabolismo da glicose ocorre mediante o estímulo de seu transporte, estimulando a distribuição da glicose intracelular, por meio da ativação da glicogênio-sintetase e da inibição da glicogenólise, juntamente com a ativação da glicólise e da lipogênese e o uso da glicose como combustível oxidativo. Vários fatores provavelmente determinam as concentrações de insulina - resposta à alimentação, sinais nervosos, hormônios gastrintestinais, aminoácidos e ácidos graxos voláteis, particularmente o propiônico. Segundo BERGMAN et al. (1970), as concentrações de insulina foram mais altas, quando a produção de glicose foi maior.

3.7.7.2. Cortisol

Dos glicocorticoides de ocorrência natural (cortisol, cortisona, e corticosterona), o cortisol é o mais potente. Em seus órgãos-alvo, atuam por meio de difusão na membrana celular; se ligam aos receptores no citoplasma; translocam o complexo receptor hormonal ao núcleo; e subsequente estimulam a síntese de RNAs, posteriormente, enzimas específicas.

Dentre estas, enzimas-chave na gliconeogênese, como a frutose-1,6-disfosfatase, glicose-6-fosfatase e piruvato carboxilase (KANEKO et al., 2008).

O efeito global dos glicocorticoides no metabolismo é para fornecer glicose ao organismo pela transformação de proteínas. Isto ocorre através da indução acima mencionada de enzimas gliconeogênicas no fígado. A tendência à hiperglicemia é combatida pela secreção de insulina, que por sua vez tende a aumentar a síntese de gordura. Estas alterações, somadas ao aumento da ingestão de alimento a partir da estimulação do apetite, resultam no aumento abdominal pela deposição de gordura. Os glicocorticóides há muito são conhecidos por terem efeitos nas células do sangue, incluindo uma redução do número de eosinófilos e linfócitos e um aumento no número de de neutrófilos e, portanto, no número total de leucócitos. A deficiência de glicocorticoides leva a normocrômica, anemia normocítica (KANEKO et al., 2008).

O cortisol, considerado o hormônio do estresse, aumenta consideravelmente em situações, como o confinamento, o transporte, ambientes com temperaturas extremas. A avaliação do cortisol vem se tornando de grande valia, para estabelecer o bem-estar animal e, conseqüentemente, auxiliando na manutenção da homeostase (MARQUES FILHO et al., 2009).

O córtex da adrenal e a medula adrenal são os principais participantes na adaptação ao estresse, atuando, por ação do cortisol e das catecolaminas, no aumento da produção de glicose. As catecolaminas o fazem rapidamente, ativando a glicogenólise, enquanto o cortisol age mais lentamente, proporcionando substrato de aminoácidos para a gliconeogênese. Em conjunto, desviam a utilização de glicose para o sistema nervoso central e para longe dos sistemas periféricos. Ambos elevam o débito cardíaco e a pressão arterial aumentando o fornecimento de substratos aos tecidos que são essenciais para a defesa imediata do organismo (GENUTH, 2000).

REFERENCIAS

ABDELA, N. Sub-acute Ruminant Acidosis (SARA) and its Consequence in Dairy Cattle: Review of Past and Recent Research at Global Prospective. **Achievements in the Life Sciences**, v. 10, n. 2, p. 187–196, 2016.

ABIEC (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne). Perfil da Pecuária no Brasil. São Paulo, 2015.

ABIEC (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne). Perfil da Pecuária no Brasil. São Paulo, 2016.

AFONSO, J. A. B.; MENDONÇA, C. L. Acidose láctica ruminal. In: RIET-CORREA, F.; SCHILD, A. L.; LEMOS, R. A. A.; BORGES, J. R. J. (Ed.). **Doenças de ruminantes e equídeos**. 3.ed. Santa Maria: Pallotti, 2007. p. 295-399.

ALLEN, S. E.; HOLM, J. L. Lactate: Physiology and clinical utility. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 18, n. 2, p. 123–132, 2008.

ALZAHAL, O.; RUSTOMO, B.; ODONGO, N. E.; DUFFIELD, T. F.; MCBRIDE, B. W. Technical note : A system for continuous recording of ruminal pH in cattle 1. **J. Anim. Sci.**, v. 85, p. 213–217, 2007.

ALMEIDA, M.Z.P.R.B.; MENDONÇA, C.L.; AFONSO, J.A.B.; MIRANDA NETO, E.G. Estudo clínico, hematológico e bioquímico em caprinos submetidos à acidose láctica ruminal induzida experimentalmente. **Veterinária e Zootecnia**. v.15, n. 1, abr., p. 100-113,2008.

ANUALPEC (Anuário da Pecuária Brasileira). Estatísticas da pecuária de corte em 2015. São Paulo: Fnp Consultoria e Comércio, 2014. 61, 62 p.

ASH, B. Y. R. W.; DOBSON, A. THE EFFECT OF ABSORPTION ON THE ACIDITY OF RUMEN CONTENTS. **J. Physiol.**, p. 39–61, 1963.

BASBUGAN, Y.; AGAOGLU, Z.; YÜKSEK, N. An investigation on serum troponin concentration in healthy ruminants. **Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi**, v. 16, n. 4, p. 641–645, 2010.

BARDUCCI, R. S.; SARTI, L. M. N.; MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; MARTINS, C. L.; ARRIGONI, M. B. Incidência de ruminite e abscesso hepático em bovinos jovens confinados alimentados com dietas contendo aditivos alimentares. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim**, v. 16, n. 1, p. 161–169, 2015.

BARINI, A.C. **Bioquímica sérica de bovinos (Bos taurus) sadios da raça curraleiro de diferentes idades**. 104p. Dissertação (Mestrado). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

BEAUCHEMIN, K.; PENNER, G. New developments in understanding ruminal acidosis in dairy cows. **Tri-State Dairy Nutrition Conf**, p. 1–12, 2009.

BENATTI, L.A.T. **Marcadores fisiológicos do estresse e perfil metabólico de bovinos das raças curraleiro pé-duro, pantaneiro e nelore em confinamento experimental**. 110p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia, 2013.

BELTRAME, J. M.; UENO, R. K. **Dieta 100 % concentrado com grão de milho inteiro para terminação de bovinos de corte em confinamento**. 2011. UNIVERSIDADE TUIUTI DO PARANÁ, 2011.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011.

BEVANS, D. W.; BEAUCHEMIN, K. A.; MCKINNON, J. J.; MCALLISTER, T. A. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. **J. Anim. Sci.** v. 83, p. 1116–1132, 2005.

BIPIN K. C, RAMESH P. T, Y. S. Impact of Subacute Ruminal Acidosis (Sara) on Milk Yield and Milk Fat Content in Crossbred Dairy Cows. **Paripex - Indian Journal of Research**, v. 5, n. 4, p. 290–292, 2016.

BLANCH, M.; CALSAMIGLIA, S.; DILORENZO, N.; DICOSTANZO, A.; MUETZEL, S.; WALLACE, R. J. Physiological changes in rumen fermentation during acidosis induction and its control using a multivalent polyclonal antibody preparation in heifers. **J. Anim. Sci**, v. 87, p. 1722–1730, 2009.

BOLTON, J. D. Clinical use of lactate testing in shock states. **Seminars in Anesthesia, Perioperative Medicine and Pain**, v. 26, n. 1, p. 35–39, 2007.

BRAMLEY, E.; LEAN, I. J.; FULKERSON, W. J.; STEVENSON, M. A.; RABIEE, A. R.; COSTA, N. D. The Definition of Acidosis in Dairy Herds Predominantly Fed on Pasture and Concentrates. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 1, p. 308–321, 2008.

BROWN, M. S.; KREHBIEL, C. R.; GALYEAN, M. L.; REMMENGA, M. D.; PETERS, J. P.; HIBBARD, B.; ROBINSON, J.; MOSELEY, W. M. Evaluation of models of acute and subacute acidosis on dry matter intake , ruminal fermentation , blood chemistry , and endocrine profiles of beef steers. **J. Anim. Sci**, v. 78, p. 3155–3168, 2000.

BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANTI, R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets : Performance and ruminal metabolism 1. **J. Anim. Sci.**, v. 84, p. 25–33, 2006.

BULLE, M. L. de M.; RIBEIRO, F. G.; LEME, P. R.; TITTO, E. A. L.; LANNA, D. P. D. Desempenho de Tourinhos Cruzados em Dietas de Alto Teor de Concentrado com Bagaço de Cana-de-Açúcar como Único Volumoso. **R. Bras. Zootec**, v.31, n.1, p.444–450, 2002.

CARDONA, J.C.A.; PATINO, H.O.; HERNANDEZ,M.M.R.; PEREIRA, C.H.; SWANSON, K. Effects of supplementation with protected polyunsaturated fatty acids on productive and hormonal parameters of embryo recipient heifers. **Bol. Ind. Anim., Nova Odessa**,v.73, n.2, p.150-158, 2016.

CONTRERAS, P. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds). **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; WALKER, N. D.; BACH, A. Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, n. 1–4, p. 5–26, 2008.

DEHORITY, B. A. Effect of pH on viability of *Entodinium caudatum*, *Entodinium exiguum*, *Epidinium caudatum*, and *Ophryoscolex purkynjei* in vitro. **Journal of Eukaryotic Microbiology**, v.52, n.4, p.339–342, 2005.

DOKOVIC, R.; ILIC, Z.; JASOVIC, B. Blood Biochemical Parameters and Enzyme Activity in Beef Cattle. **Acta Agriculturae Serbica**. v. 15, n.29, p. 47-54, 2010.

DILORENZO, N.; DIEZ-GONZALEZ, F.; DICOSTANZO, A. Effects of feeding polyclonal antibody preparations on ruminal bacterial populations and ruminal pH of steers fed high-grain diets. **J. Anim. Sci.**, 84: 2178-2185, 2006.

DILORENZO, N.; DAHLEN, C.R.; DIEZ-GONZALEZ, F.; LAMB, G.C.; LARSON, J.E.; DICOSTANZO, A. Effects of feeding polyclonal antibody preparations on rumen fermentation patterns, performance, and carcass characteristics of feedlot steers. **J. Anim. Sci.** v.86, p.3023-3032, 2008.

DING, Z.; XU, Y. Lactic acid is absorbed from the small intestine of sheep. **Journal of Experimental Zoology Part A: Comparative Experimental Biology**, v. 295A, n. 1, p. 29–36, 2003.

DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.D.; STÖBER, M. Exame Clínico dos Bovinos. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 419p. 1993.

DUNLOP, R.H. Pathogenesis of ruminant lactic acidosis. **Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine**, v.16, p.259-302, 1972.

DUFFIELD, T.; PLAIZIER, J. C.; FAIRFIELD, A.; BAGG, R.; VESSIE, G.; DICK, P.; WILSON, J.; ARAMINI, J.; MCBRIDE, B. Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.87, n.1, p.59-66, 2004.

EWASCHUK, J. B.; NAYLOR, J. M.; ZELLO, G. A. D-Lactate in Human and Ruminant Metabolism. **The Journal of Nutrition**, v. 135, n. 7, p. 1619–1625, 2005.

EWASCHUK, J. B.; NAYLOR, J. M.; PALMER, R.; WHITING, S. J.; ZELLO, G. A. D-lactate production and excretion in diarrheic calves. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 18, n. 5, p. 744–747, 2004.

FAGLIARI, J. J.; SANTANA, A. E.; LUCAS, F. A.; CAMPOS FILHO, E.; CURI, P. . Constituintes sanguíneos de bovinos lactantes, desmamados e adultos das raças Nelore (*Bos indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de Bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça Murrah. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v. 50, n. 3, p. 263–271, 1998.

FARIA, D. K.; MENDES, M. E.; SUMITA, N. M. The measurement of serum osmolality and its application to clinical practice and laboratory: literature review. **J. Bras Patol Med Lab**, v. 53, n. 1, p. 38–45, 2017.

FERNANDES, S.R.; FREITAS, J.A.; SOUZA, D.F.; KOWALSKI, L.H.; DITTRICH, R.L.; ROSSI JUNIOR, P.; SILVA, C.J.A. Lipidograma como ferramenta na avaliação do metabolismo energético em ruminantes. **Bras. Agrociência, Pelotas**, v.18, n.1-4, p.21-32, 2012.

FISCHER, T. D.; FRAGA, D. D. R.; KLEMANN, A. P. H.; COSTANTIN, B. D. S.; BECK, C.; VIERO, L. M. Níveis de ureia, creatinina e glicose sanguínea e urinária de vacas holandesas submetidas à dieta com alta proteína. **XXI Jornada de Pesquisa, Relatório técnico-científico, Salão do Conhecimento**, 2016.

GARCIA NAVARRO, C. E. K. Manual de hematologia veterinária. 2. ed. São Paulo: Varela, 2005. 206p.

GARRETT, E. F.; PEREIRA, M. N.; NORDLUND, K. V. Diagnostic Methods for the Detection of Subacute Ruminant Acidosis in Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 6, p. 1170–1178, 1999.

GENUTH, S. M. **O sistema endócrino**. In: BERNE, R. M.; MATTHEW, N. L. Fisiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. p. 476-497.

GIANESELLA, M.; MORGANTE, M.; CANNIZZO, C.; STEFANI, A.; DALVIT, P.; MESSINA, V.; GIUDICE, E. Subacute Ruminant Acidosis and Evaluation of Blood Gas Analysis in Dairy Cow. **Veterinary Medicine International** v. 2010, p. 6–9, 2010.

GRANDINI, D.V. Dietas Contendo Grãos de Milho Inteiro sem Fonte de Volumoso para Bovinos Confinados. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. **Anais...** Botucatu: FCA-UNESP-FMVZ, p.90-102, 2009.

GREGORY, R.M.; SIQUEIRA, A.J.S. Fertilidade de vacas de corte com diferentes níveis de albumina sérica em aleitamento permanente e interrompido. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v. 7, n. 1, p. 47-50, 1983.

GONZÁLEZ, F.; RUIPÉREZ, F.; SÁNCHEZ, J. Haptoglobin and serum amyloid A in subacute ruminant acidosis in goats. **Rev. med. vet.**, p. 159–167, 2010.

GONZÁLEZ, F.H.D. Uso de perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds). **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; CAMPOS, R. (Eds): **Anais do primeiro Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.73-89, 2003.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica veterinária**. 3.ed. Rev. e Ampl. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017. 538p.

GOZHO, G. N.; KRAUSE, D. O.; PLAIZIER, J. C. Ruminant lipopolysaccharide concentration and inflammatory response during grain induced subacute ruminal acidosis in dairy cows. **Journal of Dairy Science, Champaign**, v. 90, n. 2, p. 856- 866, 2007.

GOZHO, G. N.; KRAUSE, D. O.; PLAIZIER, J. C. Rumen Lipopolysaccharide and Inflammation During Grain Adaptation and Subacute Ruminant Acidosis in Steers. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 11, p. 4404–4413, 2006.

GOZHO, G. N.; PLAIZIER, J. C.; KRAUSE, D. O.; KENNEDY, A. D.; WITTENBERG, K. M. Endotoxin Release and Triggers an Inflammatory Response. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 4, p. 1399–1403, 2005.

HENRIQUE, W.; BELTRAME FILHO, J. A.; LEME, P. R.; LANNA, D. P. D.; ALLEONI, G. F.; COUTINHO FILHO, J. L. V.; SAMPAIO, A. A. M. Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação. Desempenho e características de carcaça. **Rev. Bras. de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 183–190, 2007.

HERNÁNDEZ, J.; BENEDITO, J. L.; ABUELO, A.; CASTILLO, C. Ruminant acidosis in feedlot: From aetiology to prevention. **Scientific World Journal**, p. 8, 2014.

HUBER, T. L. Lactic acidosis and renal function in sheep. **Journal of Animal Science, Champaign**, v. 29, n. 4, p. 612-615, 1969.

IBGE. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção da pecuária municipal. Rio de Janeiro. v. 43, p.1-49, 2015.

IBGE. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção da pecuária municipal. Rio de Janeiro. p.1-72, 2017.

JENKINS, T.C. Lipid Metabolism In the Rumen. **J Dairy Sci**. v.76, p.3851-3863, 1993.

JIN, D.; ZHAO, S. G.; ZHENG, N.; BU, D. P.; BECKERS, Y.; WANG, J. Q. Urea nitrogen induces changes in rumen microbial and host metabolic profiles in dairy cows. **Livestock Science**, v. 210, p. 104–110, 2018.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animal**. 6.ed. Elsevier Inc, 2008, 918p.

KERR, M. G. **Exames laboratoriais em medicina veterinária: bioquímica clínica e hematologia**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2003. 436 p.

KLEEN, J. L.; HOOIJER, G. A.; REHAGE, J.; NOORDHUIZEN, J. P. T. M. Subacute ruminal acidosis (SASA): a review. **Journal of veterinary medicine**, v. 50, p. 406–414, 2003.

KHAFIPOUR, E.; KRAUSE, D.O.; PLAIZIER, J.C. Alfalfa pellet-induced subacute ruminal acidosis in dairy cows increases bacterial endotoxin in the rumen without causing inflammation. **J. Dairy Sci.** v.92, p.1712-1724, 2009.

KAZAMA, R.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; SILVA, D. C.; DUCATTI, T.; MATSUSHITA, M. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **R. Bras. Zootec.** v.37, n.2, p.350-357, 2008.

KARAPINAR, T.; KAYNAR, O.; HAYIRLI, A.; KOM, M. Evaluation of 4 Point-of-Care Units for the Determination of Blood l-Lactate Concentration in Cattle. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 27, n. 6, p. 1596–1603, 2013.

KRAUSE, K. M.; OETZEL, G. R. Inducing Subacute Ruminal Acidosis in Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.88, n.10, p.3633–3639, 2005.

KRAUSE, K. M.; OETZEL, G. R. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds : A review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 126, p. 215–236, 2006.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2 ed. Santa Maria: UFSM. 2009. 214p.

LEAL, M. L. R.; MARUTA, C. A.; ORTOLANI, E. L. Uso de bicarbonato e lactato-L para correção da acidose metabólica sistêmica em bovinos com acidose láctica ruminal aguda. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, v. 59, n. 4, p. 971–976, 2007.

LEE, A. J.; TWARDOCK, A. R.; BUBAR, R. H.; HALL, J. E.; DAVIS, C. L. Blood Metabolic Profiles: Their Use and Relation to Nutritional Status of Dairy Cows. *J Dairy Sci*. v.61, p.1652-1670, 1978.

LI, S.; GOZHO, G.N.; GAKHAR, N.; KHAFIPOUR, E.; KRAUSE, D.O.; PLAIZIER, J.C. Evaluation of diagnostic measures for subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J. Anim. Sci*. v.92, n.3, 353–364. 2012.

LI, S.; DANSCHER, A. M.; PLAIZIER, J. C. Subacute Ruminal Acidosis (SARA) in dairy cattle : new developments in diagnostic aspects and feeding management. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 94, n. 1, p. 353–364, 2013.

LIPINSKI, L.C. Perfil metabólico de bovinos de corte da raça Purunã. 124p. Tese (Doutorado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MARQUES, S. **Efeitos da variação dos níveis de forragem em dietas contendo grãos de milho inteiro e os benefícios da flocculação na terminação de tourinhos Nelore**. 72p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

MARQUES FILHO W. C.; FERREIRA, J. C. P.; FUGIHARA, J. C. Indicadores de bem-estar em touros submetidos a colheita de sêmen por eletroejaculação. *Veterinária e Zootecnia*, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 52-63, 2009.

MALAFAIA, P. A. M. **Aspectos nutricionais e clínico-patológicos de bovinos de corte criados sob dois sistemas de confinamento e seu impacto econômico**. 60p. Tese

(Doutorado). Instituto de Veterinária Programa de pós-graduação em Medicina Veterinária. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2014.

MARUTA, C. A.; ORTOLANI, E. L. Susceptibilidade de bovinos das raças Jersey e Gir à acidose láctica ruminal : I – Variáveis ruminais e fecais. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 32, n. 1, p. 55–59, 2002a.

MARUTA, C. A.; ORTOLANI, E. L. Susceptibilidade De Bovinos Das Raças Jersey E Gir À Acidose Láctica Ruminal: Ii - Acidose Metabólica e Metabolização Do Lactato-L. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 61–65, 2002b.

MEYER, N.F.; BRYANT, T.C. Diagnosis and Management of Rumen Acidosis and Bloat in Feedlots. **Vet Clin Food Anim**, 2017. < <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.06.005>.>

MOREIRA, S. A.; THOMÉ, K. M.; FERREIRA, P. S.; BOTELHO FILHO, F. B. Análise econômica da terminação de gado de corte em confinamento dentro da dinâmica de uma propriedade agrícola. **Custos e agronegócio on line**, v.5, n.3, p. 132–152, 2009.

NAGARAJA, T. G.; LECHTENBERG, K. F. Acidosis in Feedlot Cattle. **Veterinary Clinics of North America**, v.23, n.2, p.333–350, 2007.

NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C. Ruminant Acidosis in Beef Cattle : The Current Microbiological. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 7, p. 17–38, 2007.

NAGARAJA, T. G. Rumen health. In: Simpósio de Nutrição de Ruminantes – Saúde do Rúmen, Botucatu. **Anais eletrônicos**, Botucatu: UNESP, 2011.

NASR, M.; ELKHODARY, S.; BEDER, N.; ELSHAFFEY, B. Epidemiological and Diagnostic Studies on Subacute Ruminant Acidosis in Dairy Cows. **Alexandria Journal of Veterinary Sciences**, v. 53, n. 2, p. 83, 2017.

NORDLUND, K. Herd-based diagnosis of subacute ruminal acidosis. In: Preconvention Seminar 7: Dairy herd problem investigation strategies; In: Proceedings of the 36th Annual Conference on American Association of Bovine Practitioners, 1, **Anais...**2003.

NORONHA FILHO, A. D. F. **Acidose ruminal bovina**. 62p. Seminário (Mestrado). Programa de pós-graduação em Ciência Animal. Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

OETZEL, G. R. Subacute Ruminal Acidosis in Dairy Cattle Physiology of Ruminal pH. **Advances in Dairy Technology**, v. 15, p. 307–317, 2003.

OETZEL, G.R. Subacute Ruminal Acidosis in Dairy Herds : Physiology, Pathophysiology, Milk Fat Responses, and Nutritional Management. In: AMERICAN ASSOCIATION OF BOVINE PRACTITIONERS, **Anais...**2007.

OLVEIRA JUNIOR, R.C.; PIRES, A.V.; FERNANDES, J.J.R.. Substituição total do farelo de soja por ureia ou amireia, em dietas com alto teor de concentrado, sobre a amônia ruminal, os parâmetros sanguíneos e o metabolismo do nitrogênio em bovinos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 33, n. 3, p. 738-748, 2004.

ORTOLANI, E. L.; MARUTA, C. A.; MINERVINO, A. H. H. Aspectos clínicos da indução experimental de acidose láctica ruminal em zebuínos e taurinos. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci**, v. 47, n. 4, p. 253–261, 2010.

ORTOLANI, E.L. Considerações sobre a acidose láctica ruminal dos bovinos. Belo Horizonte: Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da Escola de Veterinária - UFMG, 18p, 1979.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in Cattle : A Review. **J. Anim. Sci**, v. 76, p. 275–286, 1998.

PAES, P.R.O. **A influência do desmame, da contenção em tronco e do transporte rodoviário na etologia, hematologia e bioquímica clínica de bovinos da raça Nelore (*Bos indicus*)**. 123p. Tese (Doutorado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista. Botucatu, São Paulo, 2005.

PAULINO, P. V. R.; OLIVEIRA, T. S.; GIONBELI, M. P.; GALLO, S. B. Dietas Sem Forragem para Terminação de Animais Ruminantes. **Rev. Cient. Prod. Anim**, v. 15, n. 2, p. 161–172, 2013.

PAULINO, P.V.R.; CARVALHO, J.C.F.; CERVIERI, R.C.; TERÊNCIO, P. VARGAS, A. Estratégias de adaptação de bovinos de corte às rações com teores elevados de concentrado. In: IV CLANA - IV Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal. **Anais...** p.351-362, 2010.

PAULO, R.E.C; RIGO, J.E. **Dietas com milho grão inteiro como alternativa em confinamento sem volumoso**. Cadernos de Pós-Graduação da FAZU / Faculdades Associadas de Uberaba. Uberaba, MG: FAZU.v.3, 2012.

PAYNE, J. M.; SALLY, M.; DEW, M.; MANSTON, R.; FAULKS, M. The use of metabolic profiles test in dairy herds. **Veterinary Record**, London, v. 87, p. 150-158, 1970.

PLAIZIER, J. C.; KRAUSE, D. O.; GOZHO, G. N.; MCBRIDE, B. W. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. **The Veterinary Journal**, v. 176, n. 1, p. 21–31, 2009.

PLAIZIER, J.C. Alfalfa as chopped hay or silage in alfalfa based total mixed rations for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 87, p. 2495–2505, 2004.

PRYCE, J.D. A Modification of the Barker -Summerson Method for the Determination of Lactic Acid. **Afialyst**, v.94, p.1151-1152, 1969.

RADOSTITS, O.M.; GAY, C.C.; HINCHCLIFF, K.W. et al. **Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats**. 10 ed. Philadelphia: Saunders, 2007. 2156p.

REYNOLDS, C.K. Glucose Balance in Cattle. **Florida Ruminant Nutrition Symposium**, 2005.

SATO, S. Subacute ruminal acidosis (SARA) challenge, ruminal condition and cellular immunity in cattle. **Japanese Journal of Veterinary Research**, v.63, p.S25–S36, 2015.

SCHOBER, K. E.; KIRBACH, B.; CORNAND, C.; OECHTERING, G. Circulating cardiac troponins in small animals. **ACVIM Forum**, p. 11, 2001.

SILVA, H. L. **Dietas de alta proporção de concentrado para bovinos de corte confinados**. 157p. Tese (Doutorado). Escola de Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

SILVA, E.B.; FIORAVANTI, M.C.S.; SILVA, L.A.F.; ARAÚJO, E.G.A.; MENEZES, L.B.; MIGUEL, M.P.; VIEIRA, D. Característica leucocitária, relação albumina/globulina, proteína plasmática e fibrinogênio de bovinos da raça Nelore, confinados e terminados a pasto. **Ciência Rural**, v.38, n.8, 2008.

STEELE, M. A.; ALZAHAL, O.; HOOK, S. E.; CROOM, J.; MCBRIDE, B. W. Ruminal acidosis and the rapid onset of ruminal parakeratosis in a mature dairy cow: a case report. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.51, n.1, p.39, 2009.

STEEN, A. Field study of dairy cows with reduced appetite in early lactation: Clinical examination, blood and rumen fluid analysis. **Acta Veterinaria Scandinavica**. v.7, n.2, p.219-228. 2001.

STOJEVIĆ, Z.; PIRŠLJIN, J.; MILINKOVIĆ-TUR, S.; ZDELAR-TUK, M.; LJUBIĆ, B. B. Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. **Veterinarski arhiv**, v. 75, n. 1, p. 67–73, 2005.

STONE, W. C. Nutritional Approaches to Minimize Subacute Ruminal Acidosis and Laminitis in Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 13–26, 2004.

SEVINÇ, M.; BASOGLU, A.; GÜZELBEKTAS, H.; BOYDAK, T. Lipid and Lipoprotein Levels in Dairy Cows with Fatty Liver. **Turk J Vet Anim Sci**. v.27, p. 295-299, 2003.

TAJIK, J.; NAZIFI, S. Diagnosis of subacute ruminal acidosis: A review. **Asian Journal of Animal Sciences**, v.5, n.2, p. 80–90, 2011.

TAJIMA, K.; ARAI, S.; OGATA, K.; NAGAMINE, T.; MATSUI, H.; NAKAMURA, M.; AMINOV, R. I.; BENNO, Y. Rumen bacterial community transition during adaptation to high-grain diet Rumen Bacterial Community Transition During Adaptation to High-grain Diet. **Anaerobe**, v. 6, n. 5, p. 273–284, 2000.

TEIXEIRA, R. B. **Dieta de alto grão com milho em confinamento de bovinos**. 25p. Trabalho de conclusão de curso. 2015. Escola de Engenharia Agrônômica. Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, 2015.

TEIXEIRA, J. D.; MISSIO, R.L.; SFORCINI, M.P.R.; OLIVEIRA, M.D.S.; FERRARI, V.B.; SANTOS, R.F. Productive performance of dairy cows fed with hydrolyzed sugarcane. **Ciência Rural**. v. 45, p. 1848–1853, 2015.

THRALL, M.A. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. São Paulo: Roca, 2007, 582p.

THRALL, M.A. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. 2ª ed. Roca, São Paulo, 2015, 678p.

UENO, R. K. **Avaliação bioeconômica da cultura do milho (ZEA MAYS) utilizada sob diferentes formas na alimentação de novilhos em confinamento**. 153p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2012.

VECHIATO, T. A. F.; ORTOLANI, E. L. Acidose láctica ruminal aguda em bovinos confinados: como prevenir. **Revista V & Z em Minas**, v. 18, n. 97, p. 20–22, 2008.

WITWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H. et al. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p 9-22, 2000.

ZEBELI, Q.; METZLER-ZEBELI, B. U. Interplay between rumen digestive disorders and diet-induced inflammation in dairy cattle. **Research in Veterinary Science**, v. 93, n. 3, p. 1099–1108, 2012.

4. ARTIGO CIENTÍFICO 1

Observações clínicas, hematologia e características de fluido ruminal de bovinos submetidos à dieta grão de milho inteiro

RESUMO

Objetivou-se com este estudo caracterizar as observações clínicas, hemograma e análise de fluido ruminal de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro. Foram utilizados 20 bovinos, sem raça definida, adultos, vacinados e vermifugados, com peso médio de $334,4 \pm 15,95$ kg, confinados durante 99 dias, divididos em dois grupos experimentais. O grupo controle (G2) foi composto por cinco animais que foram alimentados com dietas contendo bagaço de cana de açúcar e a dieta Max Beef Grão Inteiro®, utilizando-se uma relação volumoso:concentrado (30:70), respectivamente; enquanto que animais do grupo experimental (G1) composto por 15 animais, receberam somente dieta à base de Max Beef Grão Inteiro®, durante todo o experimento. Todos os animais foram submetidos às observações clínicas, colheita de sangue por venopunção jugular e fluido ruminal, entre duas e quatro horas após a alimentação, ao longo de seis momentos durante o período experimental. Os dados foram previamente avaliados quanto à sua normalidade e, posteriormente, submetidos a análise de variância (ANOVA), utilizando-se o procedimento SAS (Statistical Analysis System). Durante todo o período experimental os animais mantiveram a temperatura corporal dentro da normalidade, o G1 demonstrou movimentos ruminais incompletos, timpania ruminal branda e os dois grupos apresentaram diarreia com grãos de milho inteiro. As contagens de hemácias, hematócrito e hemoglobina foram significativamente mais elevadas no momento inicial. Os valores de fibrinogênio plasmático diferiram entre os grupos, sendo a maior média no G1 (489 mg/dL). Na análise de variáveis do fluido ruminal, a coloração do fluido ruminal do G1 variou do castanho claro ao leitoso, com odor ácido e consistência viscosa. Houve interação para o pH, infusórios, potencial de redução do azul de metileno (PRAM) e tempo de sedimentação e flotação (TAS/FLOT). Animais do grupo G1 apresentaram menor valor de pH ruminal durante todo o período experimental sendo a menor média evidenciada no momento 2 (M2) ($5,59 \pm 0,05$). Houve comprometimento da população de infusórios, diminuição do PRAM e TAS/FLOT ausente nos três últimos momentos. A dieta causa diminuição da motilidade ruminal e marcante diarreia com presença de grãos inteiros. Não demonstrou alterações hematológicas nem o fibrinogênio plasmático. Conclui-se que a inclusão de dietas contendo grão de milho inteiro para bovinos confinados acarreta em acidose crônica ruminal e compromete todas as características físico-químicas e microbiológicas do fluido ruminal. Mas não altera a avaliação hematológica e fibrinogênio plasmático.

Palavras-chave: bovinocultura de corte, hematologia, dieta alto grão, achados clínicos

Clinical observations, hematological profile and ruminal fluid analysis of cattle fed whole grain corn diet

ABSTRACT

The objective of this study was to characterize the clinical observations, hemogram and ruminal fluid analysis of cattle fed whole grain corn diet. Twenty adult male bovine animals, with non-defined breed, adults, vaccinated and vermifugated, with an average weight of 334.4 ± 15.95 kg, were confined for 99 days, and distributed into two experimental groups were used. The control group (G2) was composed of five animals that were fed diets containing sugarcane bagasse and Beef grain Max Inteiro® diet, using a forage:concentrate ratio (30:70), respectively, while the experimental group (G1) consisting of 15 animals received the only diet based on Max Beef Grain Inteiro®, throughout the experiment. All animals were submitted to clinical observations, blood collection by jugular venipuncture and ruminal fluid, between two and four hours after feeding, over six times during the experimental period. The data were previously evaluated for their normality and, later, analysis of variance (ANOVA), using the SAS (Statistical Analysis System) procedure. Throughout the experimental period, the animals kept their body temperature within normal limits, G1 animals presented incomplete ruminal movements, mild rumen tympani, and both groups presented diarrhea with whole grain corn. Reed blood counts, hematocrit and hemoglobin counts were significantly higher at baseline. Plasma fibrinogen values differed between the groups, the highest G1 (489 mg/dL). In the analysis of ruminal fluid variables, ruminal fluid coloration in the G1 animals varied from light brown to milky, with acid odor and viscous consistency. There was interaction for pH, infusory, reduction potential for methylene blue (RPMB) and sedimentation and flotation time (TAS / FLOT). Animals of the G1 group presented lower ruminal pH value during the whole experimental period, being the lowest average observed at time 2 (T2) (5.59 ± 0.05). There was impairment of the infusory population, decrease of RPMB and TAS / FLOT absent in the last three moments. The diet causes decreased rumen motility and marked diarrhea with the presence of whole grains. It showed no hematological changes or plasma fibrinogen. It is concluded that the inclusion of diets containing whole corn grain for confined cattle results in chronic ruminal acidosis and compromises all physical-chemical and microbiological characteristics of the ruminal fluid. However, does not alter hematological evaluation and plasma fibrinogen.

Keywords: beef cattle, hematology, high grain diet, clinical findings

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem se buscado a máxima eficiência durante a terminação de bovinos de corte. Levando em consideração que a maior parte dos custos advém da alimentação, com isso estratégias que possam diminuir estes custos são cada vez mais recomendadas. De forma geral, grãos de cereais representam a principal fonte de energia em rações de bovinos de corte terminados em confinamento. Rações com teores mais altos de grãos propiciam ganho de peso mais rápido, melhor conversão alimentar, carcaças com melhor acabamento e rendimento, associado a menores custos operacionais no confinamento, podendo tornar a atividade mais rentável (ARRIGONI et al., 2013).

Novas tecnologias vêm sendo incorporadas na pecuária de corte, e uma dessas ferramentas tem sido a utilização da dieta grão de milho inteiro para animais em confinamento. Esta dieta propicia grande versatilidade, diminuição na utilização de máquinas e equipamentos agrícolas, custos diversos causados pelas atividades em um confinamento, proporcionando assim a possibilidade de maior eficiência na terminação de bovinos (AGUIAR et al., 2013).

Nesse contexto, sabe-se que durante a engorda, os bovinos são muitas vezes levados aos limites fisiológicos. Resultando em substancial sobrecarga orgânica, de modo mais acentuado nos órgãos digestivos, reprodutivos e fígado, com consequências no metabolismo (DOKOVIC et al., 2010). Profundas mudanças acontecem no ecossistema ruminal durante alterações na dieta, como nas trocas de forragens para alimentos concentrados. O aumento dos níveis de carboidratos, cada vez mais utilizados para melhorar a produtividade dos bovinos, pode desenvolver um desequilíbrio fermentativo, com diminuição do pH e aumento nos níveis de ácido láctico no rúmen (TAJIMA et al., 2000).

O desafio metabólico diante da intensificação dos sistemas de produção animal tem elevado os riscos de aparecimento de transtornos, tendo em vista que favorece o desequilíbrio entre o ingresso de nutrientes ao organismo, a capacidade de metabolização e os níveis de produção que se deseja alcançar. Por meio de exames sanguíneos é possível compreender adequações nas principais vias metabólicas assim como a funcionalidade orgânica (GONZÁLEZ et al., 2000). Aliado a isso, análises da função ruminal tem grande importância no diagnóstico de alterações. O entendimento das atividades bioquímicas microbianas fisiológicas e patológicas dos reservatórios gástricos auxilia no estabelecimento da etiologia, assim como orienta a terapêutica e a profilaxia adequada (BARBOSA et al., 2003).

Diante da escassez de trabalhos com essa temática e do uso crescente de dietas ricas em alimentos concentrados, objetivou-se com este estudo caracterizar as observações clínicas, hematológicas e do fluido ruminal de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Delineamento experimental

Foram utilizados 20 bovinos adultos, clinicamente hígidos, machos, não castrados, sem raça definida, com peso médio inicial de 300kg, vacinados e vermifugados. Criados confinados em piquetes coletivos, com cobertura de sombrite na área do comedouro com presença de cocho em concreto.

Os animais foram distribuídos, por amostragem probabilística, em dois grupos (G1 e G2). O grupo G1 composto por 15 animais, que recebeu a dieta Max Beef Grão Inteiro (20% Max Beef Grão Inteiro e 80% de milho grão inteiro), e o grupo controle (G2), composto por cinco animais, que recebeu bagaço de cana e Max Beef Grão Inteiro, na proporção 30:70 (Tabela 1). Os animais do grupo G1 passaram por um período de adaptação, propiciando aumento gradual, a cada três dias, do recebimento da dieta com grão, caracterizando 25% da quantidade final esperada, de modo que ao final de nove dias os animais estavam consumindo somente a dieta grão de milho inteiro, conforme preconizado pelo fabricante (Tabela 1). Os animais de ambos os grupos receberam água à vontade durante todo o período experimental. A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, às 07:00 e às 16:00 horas. As observações clínicas, colheitas de sangue e fluido ruminal foram realizadas nos dias quatro (M1), 11 (M2), 18 (M3), 39 (M4), 69 (M5) e 99 (M6) do período experimental, totalizando seis momentos de coleta.

Tabela 1 - Esquema de adaptação proposto pela fabricante para o G1.

Dias	20% Max Beef Grão Inteiro + 80% Grão Milho	VOLUMOSO (MS)
1,2 e 3	0,5% do peso vivo	2,0% do peso vivo
4, 5 e 6	1,0% do peso vivo	1,5% do peso vivo
7, 8 e 9	1,5% do peso vivo	1,0% do peso vivo
10 em diante	2,0% do peso vivo	0,0

PV: Peso Vivo

Tabela 2 - Composição percentual dos ingredientes das dietas.

Item (%MS)	Dietas	
	Controle	Experimental
Milho	56	80
Max Beef	14	20
Bagaço de cana	30	0

¹ em % da MS**Tabela 3** - Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Item (%)	Max Beef	Bagaço de Cana	Milho
MS	90,55	51,00	89,52
MO ¹	83,63	96,00	96,86
MM ¹	16,37	4,00	3,14
PB ¹	28,27	1,60	7,45
FDN ¹	27,94	84,74	23,03
FDA ¹	15,37	55,85	3,88

¹ em % da MS

2.1. Procedimentos

2.1.1. Observações clínicas

Todos os animais foram identificados e submetidos à avaliação clínica, verificando-se atitude, comportamento, motilidade ruminal, temperatura retal, aspectos das fezes (DIRKSEN et al., 1993). As avaliações foram feitas nos momentos das respectivas coletas.

2.1.2. Colheita de amostras

2.1.2.1. Sangue

As amostras de sangue foram obtidas por venopunção jugular, em tubos siliconizados com sistema à vácuo, (BD - Vacutainer System®) com EDTA (Etilenodiaminotetraacético). As laminas foram confeccionadas logo após as coletas e armazenadas para posterior análise.

2.1.2.2. Fluido Ruminal

As amostras de fluido ruminal foram coletadas através de sonda oro-ruminal do tipo Schambye, adaptada a uma bomba de sucção, com o intuito de aspirar conteúdo ruminal para um tubo de vidro individual. As coletas foram realizadas entre duas a quatro horas após a alimentação, num volume de aproximadamente 300 mL para cada animal. No momento de aspiração do fluido ruminal, volume médio de 200 ml iniciais foi desprezado, evitando-se mistura de fluido ruminal com saliva. Os aspectos como cor, odor, consistência, percentual de infusórios (densidade e motilidade) e pH (pHmetro) do fluido ruminal foram realizadas imediatamente após sua coleta. Logo após a análise foram acondicionadas em garrafas térmicas identificadas, até serem processadas no laboratório.

2.2. Análises Laboratoriais

2.2.1. Hemograma e fluido ruminal

Foram realizados hemograma, determinação da proteína plasmática total e fibrinogênio plasmático, seguindo as recomendações de Jain (1986). As análises das características física, química e microbiológica do fluido ruminal foram realizadas conforme metodologia de Dirksen et al. (1993).

2.3. Análise estatística

Os dados foram descritos por meio das médias e desvios-padrão. Os parâmetros foram testados inicialmente quanto à sua distribuição normal, utilizando-se o teste de Kolmogorov-Smirnov. Aqueles que não atenderem às premissas de normalidade e homogeneidade de variância serão submetidos à transformação com base logarítmica (Log_{x+1}). Os dados que atenderam as premissas de normalidade ou transformados foram, posteriormente, submetidos à análise de variância (Teste F) que separou, como causas de variação, os efeitos de grupos e momentos de coletas. Quando houve significância no teste F, as médias foram comparadas pela diferença mínima significativa (d.m.s.) do teste de Student–Newman–Keuls. Os dados foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS, 2009), utilizando-se o procedimento General Linear Model (GLM) do SAS. Para todas as análises estatísticas realizadas será adotado o nível de significância (p) de 5%.

Comitê de ética: O projeto obteve parecer favorável da comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal Rural de Pernambuco com a licença n. 82/2018.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Observações clínicas

Durante todo o período experimental os animais mantiveram a temperatura corporal dentro da normalidade, com média geral de 38,8°C no G1 e 38,3° no G2. Mantiveram-se em estação e ativos. A dinâmica ruminal do G1 a partir do M2 apresentou movimentos incompletos a borboríngos, alguns animais apresentaram timpania branda. Enquanto no G2, os animais apresentaram movimentos completos, com maior frequência e amplitude. As fezes eram diarreicas na maioria dos animais, para os dois grupos, com grãos de milho e um animal do G1 apresentou fezes enegrecidas no M2. Esses resultados corroboram com os achados de diminuição da contratilidade ruminal e aumento da consistência fecal relatados por Danscher et al. (2015) em vacas com SARA. Rações ricas em energia apresentam uma queda considerável no pH ruminal após cada alimentação, com isso timpanismo ruminal leve, fezes amolecidas, perda de apetite, diminuição da motilidade ruminal, diminuição do tempo de ruminação e redução da performance tem sido sinais relatados na literatura em casos de SARA por diversos autores (ENEMARK et al., 2002; ABDELA, 2016; HERNÁNDEZ et al., 2014).

As alterações demonstradas nas características físicas das fezes são decorrentes do quadro de acidose subclínica desenvolvido, considerando que a estrutura e consistência das fezes dependem da ruminação, atividade da microbiota e passagem ruminal, o animal mostrará alterações de cor, odor, pH e consistência e até cereais inteiros podem estar presentes (HERNÁNDEZ et al., 2014). Além disso, a alta osmolaridade, em função da dieta concentrada, poderia levar ao amolecimento das fezes devido à passagem de fluido para o lúmen intestinal (KLEEN et al., 2003). A função ruminal prejudicada, em termos de ruminação, degradação bacteriana e passagem, levam à alteração nos aspectos fecais. A diarreia intermitente e a presença de partículas não digeridas indicam digestão inadequada e rápida passagem de alimento (ENEMARK et al., 2002).

3.2. Avaliação hematológica

O hematócrito, a contagem de hemácias e hemoglobina apresentaram maiores médias no M1, diferindo dos demais momentos de coleta (Tabela 4). As variáveis CHCM e PPT apresentaram interação, maior média percentual de CHCM foi registrada no G1. Quanto à PPT, o G1 demonstrou menores médias nos momentos M1, M2 e M4. Ao analisar os resultados do fibrinogênio plasmático constatou-se que os maiores valores foram obtidos no G1 em relação ao G2 ($P < 0,04$) e maior média foi evidenciada no M5, em relação aos demais momentos. Apesar de demonstrar diferença em seus resultados, os valores permaneceram dentro da normalidade, segundo Jain (1993). Corroborando com os achados de Gozho et al. (2007) que não encontraram diferença nos valores de fibrinogênio nos casos de SARA.

O hematócrito dos animais permaneceu dentro da normalidade segundo Jain (1993) (24 - 46%). Nossos resultados corroboram com Danscher et al. (2015), Li et al. (2012), Ceroni et al. (2012), Marchesini et al. (2013) quando trabalharam com bovinos com SARA. Entretanto, os achados hematológicos raramente são específicos, de uma forma geral, refletem processos inflamatórios e evidências de desidratação. A acidose aguda, muitas vezes revela policitemia e neutropenia com desvio à esquerda. Em casos de SARA pode ser encontrada leucocitose neutrofílica com hiperfibrinogenemia (SNYDER e CREDILLE, 2017).

Houve efeito de momento na contagem total de leucócitos, maior média foi alcançada no M4 (Tabela 6). No entanto, as médias permaneceram dentro da normalidade propostas por Jain (1993). Apenas no M4 houve leve neutrofilia, Ceroni et al. (2012) relataram resultados semelhantes aos nossos quanto à contagem de neutrófilos, atribuindo a elevação na contagem de leucócitos aos níveis de cortisol.

Tabela 4 - Nível de significância ($P > F$) dos fatores de variação da avaliação hematológica em função dos fatores de variação (Grupos, Momentos e Interações)

Variáveis	Fatores de variação		
	Grupos	Momentos	Grupos X Momentos
Hematócrito (%)	0,1930	<,0001	0,0684
Hemácias ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	0,5427	0,0005	0,2424
Hemoglobina (g/dL)	0,4929	<,0001	0,3805
VCM (fL)	0,9653	0,7164	0,6113
CHCM (%)	0,3311	<,0001	0,0087
PPT (g/dL)	0,1863	<,0001	0,0145
FP (mg/dL)	0,0036	<,0001	0,8584
Leucócitos ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	0,7581	<,0001	0,5988
Monócitos ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	0,3148	0,1947	0,9278
Linfócitos ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	0,6673	0,0339	0,3775
Basófilos ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	0,5336	0,0050	0,3696
Eosinófilos ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	0,9615	0,0051	0,3209
Segmentados ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	0,3507	<,0001	0,6453
Bastonetes ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	0,4116	0,0789	0,6398

Tabela 5 - Valores médios, erro padrão da média e média geral da avaliação hematológicas de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro.

Variáveis	Grupos	Momentos						
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	MG
Ht (%)	G1	37,73±0,64	31,00±0,97	28,80±0,72	30,80±0,61	31,60±0,51	33,73±0,84	32,4A
	G2	38,00±0,95	29,40±1,50	30,40±1,66	30,60±2,09	33,60±1,33	32,60±0,24	31,6A
	MG	34,80 a	30,60 dc	29,20 d	30,75 dc	32,10 bc	34,50 ab	
He (x10 ⁶ /μL)	G1	6,98±0,21	6,47±0,24	6,00±0,23	6,22±0,23	6,70±0,22	7,09±0,29	6,58 A
	G2	7,63±0,28	5,96±0,31	5,98±0,35	6,58±0,61	7,44±0,49	6,57±0,17	6,69 A
	MG	7,14 a	6,34 bc	6,00 c	6,31 bc	6,88 ba	6,96 ba	
Hb (g/dL)	G1	11,66±0,29	10,38±0,30	9,78±0,23	10,51±0,23	10,58±0,21	12,11±0,30	10,8A
	G2	12,33±0,27	9,83±0,45	10,35±0,58	10,93±0,71	10,89±0,43	11,58±0,05	10,9A
	MG	11,83 a	10,24 b	9,93 b	10,61 b	10,66 b	11,98 a	
VCM (fL)	G1	48,71±1,18	48,28±1,19	48,58±1,52	50,03±1,24	47,66±1,30	48,59±1,06	48,6A
	G2	50,30±2,87	48,84±2,29	51,04±2,36	47,17±2,33	45,44±1,34	49,34±1,32	48,6A
	MG	49,11 a	48,42 a	49,20 a	49,32 a	47,10 a	48,78 a	
CHCM (%)	G1	34,72±0,42Ab	33,53±0,34Ab	34,02±0,26Ab	34,14±0,43Ab	33,51±0,52Ab	35,93±0,22Aa	34,31
	G2	32,53±0,91Bb	33,47±0,54Aab	34,06±0,65Aab	35,79±0,70Aa	32,43±0,43Ab	35,75±0,14Aa	34,00
PPT (g/dL)	G1	7,45±0,09Bb	6,69±0,34 Bd	7,05±0,26 Ac	7,63±0,11Ba	8,04±0,12Aa	7,45±0,11Ab	7,38
	G2	7,82±0,14Aa	7,34±0,23 Aa	7,44±0,65Aa	7,66±0,40Aa	7,74±0,24Aa	7,08±0,16Aa	7,51
FP (mg/dL)	G1	420±26,19	460±27,25	473±26,21	493±33,05	500±21,82	587±33,62	489 A
	G2	360±24,49	400±54,77	400±54,77	360±24,49	440±24,49	560±40,00	420 B
	MG	405b	445b	455b	460b	485b	580a	

- Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre se (P<0,05) caracterizando efeito de momento.

- Letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de grupo

3.3. Análise de fluido ruminal

As características físicas do fluido ruminal dos animais do G1 variaram a partir do M2, a cor variou do castanho claro ao leitoso, com odor ácido e consistência levemente aquosa a viscosa. Enquanto no G2, variou do verde acastanhado ao castanho escuro, com odor aromático e consistência levemente viscosa. Para análise química, verificou-se que houve interação entre grupos e momentos para o pH e o PRAM, e para a análise microbiológica dos infusórios e TAS/FLOT (Tabela7). Menores médias de pH foram registradas no fluido ruminal dos animais do G1, diferente do G2 ($P < 0,0007$), em todos os momentos de coleta. Já em relação aos infusórios, maiores percentuais foram registrados no momento inicial do experimento, registrando-se o inverso nos momentos seguintes (M3, M4 e M5).

As características físicas observadas em nosso estudo são compatíveis com animais em quadros de acidose ruminal, a cor castanho claro ao leitoso, presente em animais com alimentação baseada em grãos. O odor ácido decorrente do ácido lático resultante da fermentação rápida dos carboidratos (MANAYE et al., 2016). Quanto ao pH, podemos assegurar que esses animais desenvolveram um quadro de SARA a partir do M2. Com base nos achados propostos por Duffiel et al. (2014), o pH anormal que indica SARA deve ser de 5,9 quando as amostras de fluido ruminal forem coletadas utilizando sonda oro gástrica. Embora os achados de pH sejam consistentes com SARA, não foi possível determinar o período de tempo que o pH ruminal estava baixo, devido às limitações de coleta. Gozho et al. (2005) abordou a questão da duração de tempo nos casos de SARA. Levando em consideração amostras coletadas por ruminocentese, os autores definiram um limiar de pH ruminal entre 5,2 e 5,6 por mais de 174 minutos durante o dia, como significativo com base nos efeitos de consumo de ração e na presença de inflamação, através da elevação de proteínas de fase aguda.

Os resultados de pH eram esperados, em função do acúmulo dos ácidos orgânicos advindos da fermentação ruminal dos carboidratos, insuficiente tamponamento de ácidos orgânicos no rúmen, que está amplamente relacionado com ingestão efetiva de fibras (OETZEL, 2017). Os resultados foram semelhantes à condição de acidose observada em outros estudos com dietas de acabamento para bovinos de corte (BEVANS et al., 2005; SCHWAIGER et al., 2013; BROWN et al., 2000). Franzolin e Dehority (1996) encontraram média de pH conforme a porcentagem de concentrado na dieta de $6,33 \pm 0,07$, $5,89 \pm 0,07$

e $5,67 \pm 0,06$, para dietas com forragem, 50% concentrado e 75% concentrado, respectivamente.

A queda do pH, a hipertonicidade e a rápida taxa de passagem do conteúdo ruminal tem sido atribuído à redução significativa da população de infusórios. Como observado em nosso estudo no G1. Resultados semelhantes quanto a população de infusórios foram encontrados por Goad et al. (1998), que relataram diminuição da população de protozoários com aumento da acidez ruminal em bovinos. Concentrações de protozoários geralmente começam a diminuir quando o nível de concentrado excede 60%. Longos períodos de baixo pH no rúmen provavelmente são mais prejudiciais para a sobrevivência dos protozoários ciliados do que outros fatores (FRANZOLIN E DEHORITY, 2010). Entretanto, diferindo de nosso estudo, esses mesmos autores em 1996, relataram que novilhos que foram alimentados com até 75% de concentrado, não demonstraram prejuízos no crescimento de protozoários, concluindo que a manutenção de uma população de protozoários em animais alimentados com dietas de alto concentrado pode estar relacionada a condições fisiológicas, como taxa passagem, produção salivar e assim por diante.

Quanto ao PRAM, menores tempos foram observados nos animais do G1, nos momentos M4, M5 e M6. Assim como relatado por Afonso e Mendonça (2007), na acidose pode ser observado um tempo de redução diminuído, menos de um minuto indicando microbiota muito ativa.

Menores tempos de TAS/FLOT foram registrados nos momentos M3, M4 e M5 para o grupo do G1. Durante a maior parte do período experimental o G2 apresentou maior TAS/FLOT. Segundo Dirksen et al. (1993), o tempo ideal para a sedimentação e flotação, varia entre quatro a oito minutos. Em nosso estudo durante alguns momentos obtivemos médias menores. Na acidose podemos observar a sedimentação muito rápida e flotação ausente, indicando um fluido ruminal inativo (AFONSO E MENDONÇA, 2007; MANAYE et al., 2016).

Tabela 6 - Valores médios, erro padrão da média e média geral do leucograma de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro

Variáveis	Grupos	Momentos						
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	MG
Leucócitos (x10 ³ /μL)	G1	9,76±0,43	8,35±0,60	8,01±0,50	11,96±0,93	10,86±0,67	11,21±0,65	10,0A
	G2	9,54±0,80	8,65±0,69	9,67±0,94	10,95±0,28	9,47±0,66	10,91±1,54	9,86 A
	MG	9,70 bc	8,42 c	8,43 c	11,70 a	10,51 ab	11,13 ab	
Monócitos (x10 ³ /μL)	G1	0,10±0,02	0,12±0,03	0,18±0,03	0,12±0,03	0,10±0,02	0,16±0,04	0,12A
	G2	0,16±0,05	0,13±0,02	0,15±0,01	0,13±0,04	0,07±0,02	0,18±0,03	0,11A
	MG	0,01 a	0,01 a	0,01 a	0,01 a	0,01 a	0,01 a	
Linfócitos (x10 ³ /μL)	G1	6,69±0,42	5,36±0,37	5,12±0,30	6,25±0,41	5,93±0,31	6,55±0,54	5,98A
	G2	6,32±0,46	5,45±0,28	6,52±0,27	6,82±0,57	5,81±0,24	5,76±0,50	6,11A
	MG	6,60 a	5,38 a	5,47 a	6,39 a	5,90 a	6,35 a	
Basófilos (x10 ³ /μL)	G1	0±0	0,02±0,01	0,02±0,01	0,08±0,02	0,02±0,01	0,03±0,01	0,03A
	G2	0,02±0,02	0,02±0,02	0,02±0,02	0,02±0,02	0,02±0,02	0,01±0,01	0,01A
	MG	0,01 b	0,01 b	0,01 b	0,01 a	0,01 b	0,01 b	
Eosinófilos (x10 ³ /μL)	G1	0,61±0,11	0,33±0,07	0,26±0,05	0,77±0,09	0,32±0,09	0,51±0,10	0,47A
	G2	0,64±0,27	0,25±0,11	0,53±0,12	0,40±0,12	0,25±0,12	0,97±0,39	0,51A
	MG	0,02 a	0,02 ab	0,02 ab	0,02 a	0,01 b	0,02 a	
Segmentados (x10 ³ /μL)	G1	2,35±0,19	2,49±0,27	2,41±0,30	4,69±0,59	4,34±0,40	3,96±0,34	3,37A
	G2	2,40±0,56	2,80±0,61	2,43±0,63	3,57±0,42	3,33±0,53	3,99±1,09	3,09A
	MG	2,37 b	2,56 b	2,42 b	4,41 a	4,09 a	3,97 a	
Bastonetes (x10 ³ /μL)	G1	0	0	0	0	0,02±0,01	0	0,01A
	G2	0	0	0	0	0	0	0,01A
	MG	0	0	0	0	0,02±0,01	0	0,01A

- Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre se (P<0,05) caracterizando efeito de momento

- Letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de grupo

Tabela 7 - Nível de significância (Pr>F) dos fatores de variação de pH, infusórios, PRAM e TAS/FLOT em função dos fatores de variação (Grupos, Momentos e Interações)

Variáveis	Fatores de variação		
	Grupos	Momentos	Grupos X Momentos
pH	<,0001	<,0001	0,0066
Infusórios	<,0001	<,0001	<,0001
PRAM	0,7463	<,0001	<,0001
TAS/FLOT	<,0001	<,0001	<,0001

Tabela 8 - Valores médios e erro padrão das variáveis do fluido ruminal de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro

Variáveis	Grupos	Momentos					
		M1	M2	M3	M4	M5	M6
pH	G1	6,29±0,07Ba	5,59±0,05Bc	5,71±0,10Bbc	5,81±0,06Bbc	5,98±0,09Bb	5,69±0,07Bbc
	G2	7,06±0,07Aab	7,18±0,04 Aa	6,84±0,14Aab	6,90±0,03Aab	6,98±0,04Aab	6,76±0,11 Ab
Infusórios (%)	G1	42±2,05 Aa	38±4,32 Aa	8±2,19 Bb	7±3,40 Bb	7±3,62 Bb	17±6,53 Ab
	G2	32±2,39 Bb	46±7,00 Aab	58±6,55 Aa	58±2,39 Aa	60±2,55 Aa	40±11,18Aab
PRAM (min)	G1	7,38±1,36Aab	7,25±0,68Aab	4,51±0,68Aabc	2,43±0,31 Bc	3,73±0,36Bbc	3,47±0,41Bbc
	G2	8,12±1,16 Aa	6,40±1,16 Aa	0±0 Bb	5,10±0,84 Aa	7,19±1,08 Aa	5,19±0,61Aa
TAS/FLOT (min)	G1	3,47±0,45 Ab	10,68±0,83Aa	1,33±0,93 Bc	0±0 Bc	0±0 Bc	0±0 Ac
	G2	3,00±1,34Acd	2,32±1,00Bdc	6,02±2,42 Abc	9,48±1,15Aab	13,40±0,93Aa	0±0 Ad

- Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de momento

- Letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de grupo

4. CONCLUSÃO

A dieta grão de milho inteiro desencadeou um quadro de SARA, caracterizado clinicamente por diminuição da motilidade e discreta timpania, marcante diarreia com presença de grãos inteiros, aliado às alterações físico-químicas e microbiológicas do fluido ruminal, no entanto não foram refletidos nos achados hematológicos.

5. REFERÊNCIAS

ABDELA, N. Sub-acute Ruminal Acidosis (SARA) and its Consequence in Dairy Cattle: Review of Past and Recent Research at Global Prospective. **Achievements in the Life Sciences**, v. 10, n. 2, p. 187–196, 2016.

AFONSO, J. A. B.; MENDONÇA, C. L. Acidose láctica ruminal. In: RIET-CORREA, F.; SCHILD, A. L.; LEMOS, R. A. A.; BORGES, J. R. J. (Ed.). **Doenças de ruminantes e eqüídeos**. 3.ed. Santa Maria: Pallotti, 2007. p. 295-399.

BARBOSA, J. D.; ÁVILA, S. C. De; VALÉRIA, R.; BARBARA, I.; MAGNO, C.; OLIVEIRA, C. De. Estudo comparativo de algumas provas funcionais do fluido ruminal e de metabólitos sangüíneos de bovinos e bubalinos. **Pesquisa Veterinaria Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 33–37, 2003.

BEVANS, D. W.; BEAUCHEMIN, K. A.; MCKINNON, J. J.; MCALLISTER, T. A. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. **J. Anim. Sci.** v. 83, p. 1116–1132, 2005.

CERONI, V.; TURMALAJ, T.; LIKA, E.; DURO, S. Hematological indicators affected by the subacute ruminal acidosis in dairy cows. **Journal of Animal and Veterinary advances**, v. 11, n. 7, p. 927–930, 2012.

DANSCHER, A. M.; LI, S.; ANDERSEN, P. H.; KHAFIPOUR, E.; KRISTENSEN, N. B.; PLAIZIER, J. C. Indicators of induced subacute ruminal acidosis (SARA) in Danish Holstein cows. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 57, n. 1, p. 1–14, 2015.

DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.D.; STÖBER, M. (Ed.). **Rosenberger Exame Clínico dos Bovinos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 401p.

DUFFIELD, T.; PLAIZIER, J. C.; FAIRFIELD, A.; BAGG, R.; VESSIE, G.; DICK, P.; WILSON, J.; ARAMINI, J.; MCBRIDE, B. Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.87, n.1, p.59-66, 2004.

ENEMARK, J. M. D.; JØRGENSEN, R. J.; ENEMARK, P. St. Rumen acidosis with special emphasis on diagnostic aspects of subclinical rumen acidosis: a review. **Veterinarija ir Zootechnika**, v. 20, n. 42, p. 16–29, 2002.

FRANZOLIN, R.; DEHORITY, B. A. Effect of Prolonged High-Concentrate Feeding on Ruminant Protozoa Concentrations. **J ANIM SCI**, v. 74, p. 2803–2809, 1996.

GOZHO, G. N.; KRAUSE, D. O.; PLAIZIER, J. C. Ruminant lipopolysaccharide concentration and inflammatory response during grain induced subacute ruminal acidosis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 2, p. 856- 866, 2007.

GOZHO, G. N.; PLAIZIER, J. C.; KRAUSE, D. O.; KENNEDY, A. D.; WITTENBERG, K. M. Endotoxin Release and Triggers an Inflammatory Response. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 4, p. 1399–1403, 2005. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72807-1](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72807-1)>.

HERNÁNDEZ, J.; BENEDITO, J. L.; ABUELO, A.; CASTILLO, C. Ruminant acidosis in feedlot: From aetiology to prevention. **Scientific World Journal**, p. 8, 2014.

JAIN, N. **Schalm's Veterinary Hematology**. 4 ed. Philadelphia: Lea e Febiger, 1986, 1121p.

JAIN, N.C. **Essentials of veterinary hematology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993.

KLEEN, J. L.; HOOIJER, G. A.; REHAGE, J.; NOORDHUIZEN, J. P. T. M. Subacute ruminal acidosis (SASA): a review. **Journal of veterinary medicine**, v. 50, p. 406–414, 2003.

LI, S.; GOZHO, G.N.; GAKHAR, N.; KHAFIPOUR, E.; KRAUSE, D.O.; PLAIZIER, J.C. Evaluation of diagnostic measures for subacute ruminal acidosis in dairy cows. **J. Anim. Sci.** v.92, n.3, 353–364. 2012.

MARCHESINI, G.; DE NARDI, R.; GIANESELLA, M.; STEFANI, A. L.; MORGANTE, M.; BARBERIO, A.; ANDRIGHETTO, I.; SEGATO, S. Effect of induced ruminal acidosis on blood variables in heifers. **BMC Veterinary Research**, v. 9, 2013.

MANAYE, Y.; MANOHAR, M.; VELAPPA, R.; ASRAT, M. Analysis of rumen fluid in apparently healthy slaughtered cattle at Gondar Elfora abattoir. **International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry**, v. 1, n. 12, p. 37–42, 2016.

OETZEL, G. R. Diagnosis and Management of Subacute Ruminal Acidosis in Dairy Herds. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, v. 33, n. 3, p. 463–480, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.06.004>>.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in Cattle : A Review. **J. Anim. Sci.** v. 76, p. 275–286, 1998.

6. ARTIGO CIENTÍFICO 2

Perfil metabólico de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo caracterizar os efeitos da alimentação baseada na dieta do grão de milho inteiro no perfil metabólico de bovinos confinados. Foram utilizados 20 bovinos, sem raça definida, adultos, machos não castrados, vacinados e vermifugados, com peso médio de $334,4 \pm 15,95$ kg, confinados durante 99 dias, divididos em dois grupos experimentais. O grupo controle (G2) foi composto por cinco animais que foram alimentados com dietas contendo bagaço de cana de açúcar e a dieta Max Beef Grão Inteiro®, utilizando-se uma relação volumoso:concentrado (30:70), respectivamente enquanto que o grupo experimental (G1) foi composto por 15 animais e receberam somente dieta à base de Max Beef Grão Inteiro®, durante todo o experimento. As amostras de sangue foram obtidas por venopunção jugular ao longo de seis momentos durante o período experimental. A partir das amostras de soro foram avaliados os seguintes metabólitos sanguíneos: perfil energético (triglicerídeos, colesterol, frutamina), perfil proteico (ureia, creatinina, ácido úrico, proteína total, albumina, globulina e relação A:G); perfil enzimático (ALT, AST, GGT, CK, CKMB), perfil mineral (Ca, P, Mg, Na, K e Cl) e perfil hormonal (insulina, cortisol) e troponina. No plasma foram avaliados a glicose e o lactato L. Por meio de equações, variáveis do Ca, Na, Osmolalidade e diferença de íons fortes (DIF). Os dados foram previamente avaliados quanto à sua normalidade e, posteriormente submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando-se o procedimento SAS (Statistical Analysis System), adotando nível de significância de 5%. As análises bioquímicas evidenciaram no perfil energético, aumento na concentração sérica de triglicérides nos dois grupos experimentais e lactato plasmático no G1, em relação ao G2 ($P < 0,05$). O perfil proteico evidenciou hipoalbuminemia nos dois grupos experimentais. A atividade enzimática da GGT elevou-se em função do tempo de confinamento, com maior atividade nos últimos momentos. O perfil de eletrólitos e osmolalidade demonstrou hiperfosfatemia, hipernatremia, hiperclorêmia, aumento da osmolalidade e acidose metabólica nos momentos iniciais, refletidos na diminuição do DIF. O perfil hormonal demonstrou elevação do cortisol nos dois grupos. As alterações demonstradas no perfil metabólico de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro são resultantes de um comprometimento sistêmico decorrente do quadro de acidose ruminal crônica. Houve elevação da concentração sérica de triglicérides e lactato plasmático em função da dieta rica em carboidratos fermentáveis. Com o tempo de confinamento a atividade enzimática GGT elevou-se. Assim como as concentrações de fosfato, sódio, cloro e a osmolalidade e a DIF demonstrou acidose metabólica. Apesar das variações apresentadas, principalmente na elevação da atividade enzimática da GGT, perfil de eletrólitos e osmolalidade, os animais não demonstram distúrbios metabólicos aparentes com prejuízos no metabolismo geral.

Palavras-chave: Concentrado, metabolismo, acidose subclínica, confinamento.

Metabolic profile of cattle fed diet with whole grain corn

ABSTRACT

The objective of this study was to characterize the effects of a diet based on whole corn grain on the metabolic profile of confined cattle. Twenty adult male bovine animals, with non-defined breed, adults, vaccinated and vermifugated, with an average weight of 334.4 ± 15.95 kg, were confined for 99 days, and distributed into two experimental groups were used. The control group (G2) was composed of five animals that were fed diets containing sugarcane bagasse and Beef grain Max Inteiro® diet, using a forage:concentrate ratio (30:70), respectively, while the experimental group (G1) consisting of 15 animals received the only diet based on Max Beef Grain Inteiro®, throughout the experiment. Blood samples were collected by jugular venipuncture over six times during the experimental period. The data were previously evaluated for their normality and, later, analysis of variance (ANOVA), using the SAS (Statistical Analysis System) procedure. From the serum samples the following biochemical indicators were evaluated: energy profile (triglycerides, cholesterol, fructosamine), protein profile (urea, creatinine, uric acid, total protein, albumin (A), globulin (G) and A: G ratio); enzymatic profile (ALT, AST, GGT, CK, CKMB), mineral profile (Ca, P, Mg, Na, K, and Cl) and hormonal profile (insulin, cortisol) and troponin. In the plasma were evaluated the glucose and L-lactate. Through equations, variables Ca, Na, osmolality, and difference of strong ions (DSF) were evaluated. The data were previously evaluated for its normality and subsequently subjected to analysis of variance (ANOVA) using SAS procedure (Statistical Analysis System). Biochemical analyses showed in the energy profile, increased serum triglyceride levels in both experimental groups and plasma lactate in G1, G2 with respect to ($P < 0.05$). The protein profile showed hypoalbuminemia in the two experimental groups. The enzymatic activity of GGT increased as a function of the confinement time, with greater activity in the last moments. The electrolytes and osmolality profile showed hyperphosphatemia, hypernatremia, hyperchloremia, increased osmolality, and metabolic acidosis in the initial moments, reflected in the decrease in DSF. The hormonal profile demonstrated elevated cortisol in both groups. The changes shown in the metabolic profile of cattle fed whole corn grain diet are the result of a systemic impairment resulting from chronic rumen acidosis. There was an elevation of serum triglyceride concentration and plasma lactate as a function of the diet rich in fermentable carbohydrates. With the confinement time, the enzymatic activity GGT increased, as well as the concentrations of phosphate, sodium, chlorine, and osmolality and metabolic acidosis. Despite the variations presented, mainly in the elevation of the enzymatic activity of GGT, electrolyte profile and osmolality, the animals do not demonstrate apparent metabolic disturbances with impairments in the general metabolism.

Keywords: high concentrate, metabolism, subclinical acidosis, confinement.

1. INTRODUÇÃO

As dificuldades inerentes à produção e conservação de alimentos volumosos, aliado ao fato de encontrar preços acessíveis de alguns insumos, são fatores que tem propiciado a utilização de dietas com maior proporção de alimentos concentrados. A tecnologia 100% concentrado traz como proposta baixar os gastos com dietas elaboradas, diminuir os custos operacionais na sua confecção, distribuição, mão de obra, tempo de confinamento, desperdícios de alimentos, investimentos em máquinas e instalações, refletindo positivamente na rentabilidade da atividade (BELTRAME e UENO, 2011).

A dieta do grão de milho inteiro caracteriza-se pela grande praticidade em fornecer aos animais somente dois ingredientes: o milho íntegro (sem triturar) e pellet contendo concentrado proteico, vitamínico e mineral. A redução do consumo, em função da alta densidade energética, aliada ao alto desempenho em ganho de peso e rendimento de carcaça, que resultam em melhorias na conversão alimentar, estão entre as principais vantagens (ARRIGONI et al., 2013).

Os animais devem passar por um período de adaptação rigoroso à nova dieta, para que haja uma preparação do ambiente ruminal para a variação de fermentabilidade do alimento (OLIVEIRA e RIGO, 2013), com o intuito de evitar alguns problemas relacionados à saúde, que podem surgir e comprometer diretamente a produtividade. Dietas altamente concentradas provocam mudanças marcantes no ambiente ruminal. Resultam em redução considerável de bactérias fibrolíticas, crescimento rápido de bactérias amilolíticas e diminuição do pH ruminal (BEVANS et al., 2005). Dietas contendo 60% ou mais de concentrados, por exemplo, grãos, geralmente causam uma redução no valor do pH ruminal abaixo de 6.0. Isso, por sua vez, pode ser acompanhado por uma diminuição nas concentrações totais, em alguns casos, eliminação completa de protozoários (DEHORITY, 2005).

A quebra da homeostase pode levar a diminuição do desempenho zootécnico, transtornos digestivos e doenças metabólicas. Através da correta avaliação e interpretação dos componentes químicos do sangue é possível diagnosticar desequilíbrios de origem metabólica ou nutricional (GONZALEZ, 2009). O interesse em testes bioquímicos para o diagnóstico de distúrbios nutricionais foi estimulado por Payne em 1970, descrevendo pela primeira vez o teste completo do perfil metabólico, com o intuito de avaliar a integridade metabólica nutricional de um animal através de testes hematológicos e bioquímicos. Além

de permitir o reconhecimento de anormalidades hematológicas e bioquímicas, para que se possa adotar medidas de correção nutricional e assegurar ao mesmo tempo bem-estar animal (BOTEZATU et al., 2014).

Por se tratar de uma tecnologia relativamente nova, existem poucos estudos sobre o fornecimento da dieta do grão de milho inteiro para bovinos em terminação, tanto sobre o desempenho, viabilidade econômica, além do impacto na saúde destes, particularmente estudo sobre a dinâmica de biomarcadores que são utilizados na análise de perfil energético, proteico, mineral, endócrino e na atividade enzimática. Diante do que foi exposto, objetivou-se com este trabalho caracterizar os efeitos da alimentação baseada na dieta com grão de milho inteiro no perfil metabólico de bovinos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Delineamento experimental

Foram utilizados 20 bovinos adultos, machos, não castrados, sem raça definida, com peso médio inicial de 334 ± 15 kg, vacinados e vermifugados. Criados confinados em piquetes coletivos, com cobertura de sombrite na área do comedouro com presença de cocho em concreto.

Os animais foram distribuídos, por amostragem probabilística, em dois grupos. O grupo G1 composto por 15 animais, que recebeu a dieta Max Beef Grão Inteiro (20% Max Beef Grão Inteiro e 80% de milho grão inteiro), e o grupo controle (G2), composto por cinco animais, que recebeu bagaço de cana e Max Beef Grão Inteiro, na proporção 30:70 (Tabela 1). Os animais do grupo G1 passaram por um período de adaptação, propiciando aumento gradual, a cada três dias, do recebimento da dieta com grão, caracterizando 25% da quantidade final esperada, de modo que ao final de nove dias os animais estavam consumindo somente a dieta grão de milho inteiro, conforme preconizado pelo fabricante (Tabela 1). Os animais de ambos os grupos receberam água à vontade durante todo o período experimental. A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, às 07:00 e às 16:00 horas.

Tabela 9 - Esquema de adaptação proposto pela fabricante para os animais do G1

Dias	20% Max Beef Grão Inteiro + 80% Grão Milho	VOLUMOSO (MS)
1,2 e 3	0,5%/PV	2,0%/PV
4, 5 e 6	1,0%/PV	1,5%/PV
7, 8 e 9	1,5%/PV	1,0%/PV
10 em diante	2,0%/PV	0,0

PV – Peso vivo

Tabela 10 - Composição percentual dos ingredientes das dietas

Item (%MS)	Dietas	
	Controle	Experimental
Milho	56	80
Max Beef	14	20
Bagaço de cana	30	0

¹ em % da MS**Tabela 11** - Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.

Item (%)	Max Beef	Bagaço de Cana	Milho
MS	90,55	51,00	89,52
MO ¹	83,63	96,00	96,86
MM ¹	16,37	4,00	3,14
PB ¹	28,27	1,60	7,45
FDN ¹	27,94	84,74	23,03
FDA ¹	15,37	55,85	3,88

¹ em % da MS. MO – Matéria orgânica; MM – Matéria mineral; PB – Proteína bruta; FDN – Fibra detergente neutra; FDA – Fibra detergente ácida.

2.2. Colheita de amostras de sangue

As amostras de sangue foram coletadas nos dias quatro (M1), 11 (M2), 18 (M3), 39 (M4), 69 (M5) e 99 (M6) do período experimental, totalizando seis momentos de coleta. Através de venopunção jugular, em tubos siliconizados com sistema à vácuo, (BD -

Vacutainer System®), sem anticoagulante, para obtenção do soro, e com anticoagulante e inibidor de glicólise Oxalato/Fluoreto de Sódio, para obtenção de plasma. Os tubos sem anticoagulante passaram por repouso para retração do coágulo e obtenção de soro. Por conseguinte, tanto as amostras de soro e plasma foram centrifugadas a 3600 rpm por 10 minutos, aliqüotados em tubos de polietileno, tipo tubos Eppendorf, e armazenadas em ultra freezer a -80 °C, para posterior análise.

Os metabólitos sanguíneos determinados no soro foram: ureia, creatinina, ácido úrico, proteína total, albumina, globulina, frutamina, AST, GGT, ALT, FA, CK, Ca, P, Mg, Na, K e Cl. Os indicadores bioquímicos determinados no plasma foram glicose e lactato. Obteve-se, por meio de equações, os dados do Ca corrigido pela Albumina (SHARP et al., 2009), Ca corrigido pela Globulina (MEDICALC, 2018), Ca corrigido pela proteína (Sharp et al., 2009), Na corrigido pela Glicose (MEDICALC, 2018), bem como a Osmolalidade (DUGGER et al., 2014). A diferença de íons fortes foi calculada de acordo com as fórmulas utilizadas por Constable e Stämpfli (2005) e Vanova-Uhrikova et al. (2017). As determinações bioquímicas sanguíneas foram realizadas em analisador bioquímico automatizado LABMAX 240 (LABTEST®) por meio de kit comercial LABTEST®. As análises foram efetivadas no Laboratório de Doenças Nutricionais e Metabólicas de Ruminantes do Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE.

A concentração sérica de insulina, cortisol, troponina e CK-MB foi determinada pelo método de eletroquimioluminescência (ECLIA), utilizando-se kit comercial e equipamento BECKMAN COUNTER - ACCESS 2®, no Laboratório de Química Analítica do Centro de Apoio à Pesquisa (CENAPESQ) da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

2.3. Análise estatística

Os dados foram descritos por meio das médias e erro padrão. Os parâmetros foram testados inicialmente quanto à sua distribuição normal, utilizando-se o teste de Kolmogorov-Smirnov. Aqueles que não atenderam às premissas de normalidade e homogeneidade de variância foram submetidos à transformação com base logarítmica (Log_{X+1}). Os dados que atenderam as premissas de normalidade ou transformados foram, posteriormente, submetidos à análise de variância (Teste F) que separou como causas de variação, os efeitos de grupos e momentos de coletas. Quando houve significância no teste

F, as médias foram comparadas pela diferença mínima significativa (d.m.s.) do teste de Student–Newman–Keuls. Os dados foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS, 2009), utilizando-se o procedimento General Linear Model (GLM) do SAS. Para todas as análises estatísticas realizadas será adotado o nível de significância (p) de 5%.

Comitê de ética: O projeto obteve parecer favorável da comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal Rural de Pernambuco com a licença n. 82/2018.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Perfil Energético

Observou-se interação para a concentração plasmática de glicose ($p=0,0063$) e concentração sérica de triglicerídeo ($p=0,0220$) e frutossamina ($p=0,0001$), enquanto que concentrações séricas de colesterol e plasmática de lactato apresentaram variações entre grupos e/ou momentos de coletas (Tabela 4).

Tabela 12 - Nível de significância ($Pr>F$) da análise de variância dos metabólitos do perfil energético em função dos fatores de variação (Grupos, Momentos e Interações)

Variáveis	Fatores de variação		
	Grupos	Momentos	Grupos X Momentos
	Perfil Energético		
Glicose	0,6634	0,0003	0,0063
Triglicérides	0,0206	0,0009	0,0220
Colesterol	0,1031	0,0033	0,7528
Lactato	0,0375	0,0074	0,2957
Frutossamina	0,5300	<.0001	0,0001

A concentração plasmática de glicose foi menor no momento inicial do experimento para os bovinos do G1, quando comparado com as demais coletas. Quando

avaliado as concentrações entre grupos, apenas no momento inicial do experimento foi identificado variação, em que a maior concentração plasmática de glicose foi observada no grupo de bovinos que recebeu dieta com volumoso (Tabela 5).

Segundo Kaneko et al. (2008), os valores normais da glicose plasmática de bovinos variam de 45,0mg/dL a 75,0mg/dL. No presente experimento, os valores de glicose permaneceram dentro da normalidade para a espécie em todos os momentos nos dois grupos. Analisando a resposta glicêmica, os animais que receberam alimentação somente com grãos (G1), apresentaram maiores valores de glicose, em função da maior proporção de propionato absorvida, principal precursor da glicose convertida no fígado. O amido é importante fonte de glicose para os ruminantes, através do processo de fermentação que sofre no rúmen, produção de ácidos graxos voláteis e absorção através da parede deste órgão. Aproximadamente 50% da glicose circulante nos ruminantes tem origem na gliconeogênese hepática (GONZÁLEZ e CAMPOS, 2003), advinda principalmente do propionato.

Saraiva (2017), quando avaliou o efeito da dieta e do manejo pré-abate no perfil metabólico de bovinos nelore, não encontrou diferença entre tratamentos com concentrado em distintas proporções, mas os animais que receberam mais de 68% de concentrado a base de milho excederam o limite superior de glicose. Valores parecidos foram encontrados por diversos autores na literatura (SUCUPIRA, 2003; POGLIANE E BIRGEL JUNIOR, 2007; LIPINSKI, 2013; DOKOVIC et al., 2010) quando trabalharam com bovinos de corte, sugerindo capacidade hepática de gliconeogênese preservada nestes animais. Dentro da espécie ocorrem variações principalmente em função da idade e das condições fisiológicas (GONZÁLEZ et al., 2017). Diferenças são encontradas quando relacionamos com bovinos leiteiros, estes tendem a apresentar alterações em seus valores sanguíneos, em função do parto, demanda para glândula mamária produzir colostro e leite (SILVA FILHO et al., 2017).

A frutossamina apresentou efeito de momento e interação entre grupo e momento ($p=0,0001$). Com maior valor apresentado pelo G1 no M3. Em nosso estudo, a frutossamina apresentou valores que variaram pouco abaixo do limite e dentro da normalidade, estabelecidos por Jensen et al. (1993). Por ser uma proteína glicada, sua concentração indica variações em longo prazo no metabolismo da glicose, assim como na literatura, observamos em nosso estudo variações ao longo do período fazendo correlação positiva com a glicose (SILVA FILHO et al., 2017).

Foi observada interação entre grupos e momentos para a concentração sérica de triglicerídeos, de modo que maior concentração foi observada no M1 e menor no M3 para os bovinos que receberam dieta Max Beef Grão Inteiro. Quanto ao grupo controle, não foi registrado variação entre as médias nos diferentes momentos de coleta.

Quanto a comparação de grupos dentro de cada momento, verificou-se que maiores médias da concentração sérica de triglicerídeo foram registradas nos momentos M1 e M6, enquanto que no M3, maior concentração foi identificada no grupo controle quando comparado com o grupo dieta Max Beef Grão Inteiro.

Os dois grupos apresentaram valores acima da normalidade quando comparado com Kaneko et al. (2008) (0 a 14 mg/dL), em todos os momentos. O maior valor foi observado no G1 no momento inicial, $31,39 \pm 2,13$ mg/dL. Este fato pode ser explicado devido alta densidade energética de alimentos ricos em amido. Através da regulação hormonal a insulina promove a lipogênese do excedente de energia (GONZÁLEZ et al., 2017). Bonilha et al. (2015) quando avaliaram a eficiência alimentar e parâmetros sanguíneos de bovinos da raça nelore, encontraram média de 27,7mg/dL, valores próximos aos encontrados em nosso trabalho, justificando este resultado, a deposição de gordura na carcaça dos bovinos machos. Dokovic et al. (2010) encontraram valores mais baixos para esta variável, em bovinos alimentados com silagem de milho e concentrado. Entretanto, quando comparado com Pogliani (2006), os valores encontrados neste estudo estariam dentro da variação normal, 16,3 e 36,4 mg/dL para animais com até 48 meses de idade.

Não foi registrado variação entre grupos para as concentrações séricas de colesterol, contudo, em relação aos momentos de coleta, maior concentração foi registrada no M1 e menor no M3. Os resultados mantiveram-se dentro dos valores de referência nos dois grupos, segundo Kaneko et al. (2008), que variam de 80 a 120mg/dL, e não houve diferença entre estes. Os resultados foram semelhantes aos encontrados na literatura para bovinos de corte (BARINI, 2007; BENATTI, 2013; PRADO, 2018) e maiores que os encontrados por Lipinski (2013). O maior valor observado no momento inicial pode ser reflexo do maior aporte Acetil-CoA, precursor do colesterol, disponível em casos de ingestão de alimento, aumento de insulina e aumento da leptina. Sua síntese hepática está relacionada com o nível ingerido na dieta (GONZÁLEZ et al., 2017). Além disso, os valores dentro da normalidade sugerem metabolismo hepático da gordura preservada (DOKOVIC et al., 2010).

Tabela 13 - Valores médios e erro padrão das variáveis do perfil energético de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro

Variáveis	Momentos							
	Grupos	M1	M2	M3	M4	M5	M6	MG
Perfil Energético								
Glicose (mg/dL)	G1	48,01±2,60Bb	61,56±4,96 Aa	66,58±3,98 Aa	70,97±4,39Aa	75,43±4,98Aa	60,45±2,94Aa	63,83
	G2	71,37±10,00Aa	58,09±3,74 Aa	59,98±3,92 Aa	59,05±2,28Aa	61,63±3,26Aa	57,50±0,80Aa	61,27
Triglicérides (mg/dL)	G1	31,39±2,13Aa	21,56±1,26Abc	19,64±0,93Bc	25,74±2,11Aabc	25,55±2,05Aabc	26,75±1,47Aab	25,10
	G2	22,75±0,65Ba	22,12±0,90Aa	24,41±1,75Aa	24,58±4,13Aa	19,73±1,55Aa	18,37±1,55Ba	22,00
Colesterol (mg/dL)	G1	120,30±6,93	99,91±5,69	81,07±4,98	98,16±5,89	100,51±8,70	106,72±6,77	101,11A
	G2	124,90±11,98	105,18±9,59	99,49±10,82	108,97±12,03	117,69±13,21	99,22±7,78	109,24A
	MG	121,44a	101,23ab	85,67b	100,86ab	104,80ab	104,84ab	
Lactato (mg/dL)	G1	25,40±3,45	26,23±4,70	16,21±2,80	23,27±3,48	25,60±4,03	15,21±2,35	21,99A
	G2	27,60±6,46	11,83±3,78	15,06±2,37	16,50±2,89	15,45±2,97	11,03±1,11	16,24B
	MG	25,95a	22,63ab	15,93b	21,57ab	23,06ab	14,16b	
Frutosamina (µmol/L)	G1	188,44±5,77Bde	182,50±4,34Ae	251,04±6,85Aa	225,69±5,08Ab	201,37±6,04Acd	207,31±5,19Ac	209,40
	G2	235,21±9,50Aa	194,18±5,80Ac	226,20±2,89Aab	210,20±6,83Abc	196,47±4,15Ac	205,84±4,56Abc	211,35

- Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de momento

- Letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de grupo

Foi observado efeito entre grupos ($p=0,0375$) e momentos ($p=0,0074$), para a concentração plasmática de lactato. Em que maior média geral foi observada nos bovinos do G1, quando comparado ao G2. Quanto aos momentos de coleta, maior concentração foi observada no M1.

Em relação ao lactato plasmático, os maiores valores no momento inicial são resultantes do maior aporte de carboidratos rapidamente fermentáveis com elevação na produção AGCC e lactato ruminal, conseqüente à redução do pH. Com a queda do pH, *S. bovis* começam a fermentar glicose em lactato, uma vez que o pKa do lactato é muito menor que dos AGCC favorece seu acúmulo, contribuindo ainda mais para a queda do pH, morte de bactérias utilizadoras de lactato e proliferação de produtoras de lactato, como *Lactobacillus* (OETZEL, 2007), com posterior absorção através de difusão passiva refletindo nos valores plasmáticos do grupo experimental. Outro fator relevante é que o lactato, além de ser diretamente absorvido pela parede ruminal pode passar junto com o fluido ruminal para abomaso e intestinos, para posterior absorção (MOLLER et al., 1997). Os resultados corroboram com Mori et al. (2007), que relataram valores altos de lactato plasmático em bovinos de corte que experimentaram acidose na terminação com alimentos concentrados, assim como Bevans et al. (2005), que também trabalharam com SARA em bovinos criados em confinamento.

3.2. Perfil Proteico

A Proteína Total (PT) apresentou efeito de momento ($P<0,05$), com maiores valores no M5 (Tabela 7). A albumina apresentou efeito de grupo e momento, de modo que menor média geral foi observada no G1. Na análise temporal, maiores médias foram registradas nos momentos M5 e M6. Observou-se interação entre grupos e momentos para a variável globulina, de modo que maior concentração foi observada no G1 no momento M4. Quanto a relação A:G, também foi observado interação, de modo que maior relação A:G foi identificada no momento M6 para o G1 e nos momento M6 para o G2.

Interação foi registrada para a concentração sérica de ureia, em que maior concentração foi observada no G1 no momento M2 e o inverso ocorreu no momento M1. A concentração da creatinina foi maior no início do experimento e menor no momento M5. Quanto à concentração sérica de ácido úrico, em que houve interação, sua concentração foi maior para os animais do G1.

Os valores de proteína total neste trabalho mantiveram-se dentro dos parâmetros normais para bovinos adultos, não havendo diferença entre os grupos ($p > 0,05$). Os valores de proteína permanecem relativamente constantes devido ao fato de existir correlação negativa entre a concentração de albumina e globulinas, para manutenção da adequada pressão osmótica sanguínea (KANEKO et al., 2008). Resultados semelhantes foram encontrados em outros trabalhos por Barini (2007) e Fagliari et al. (1998) em bovinos adultos.

Levando em consideração que para se detectar mudanças significativas na concentração sérica de albumina se faz necessário um período de um mês, podemos inferir com esses dados, que esses animais vieram de períodos de escassez alimentar antes de entrarem em confinamento, frente à severa seca enfrentada nos últimos meses antecedentes ao estudo. Esses resultados corroboram com González et al. (2010), que encontraram valores de albumina tão baixos quanto 2,1g/dL quando os animais passaram por menor disponibilidade de proteína na pastagem. Esses resultados diferem dos valores encontrados por Lipinski (2013), Maruta (2005) quando trabalharam com perfil metabólico de garrotes, assim como os resultados de Silva et al. (2008), com machos Nelores em confinamento, que encontraram média de 3,01g/dL. Os valores de globulina elevados, segundo RAMÍREZ et al. (2001), são em função da resposta imune do organismo animal aos desafios infecciosos, além do fato de a concentração de globulina nos animais em condições tropicais ser proporcionalmente maior do que a concentração de albumina.

Tabela 14 - Nível de significância ($Pr > F$) da análise de variância dos metabólitos do perfil proteico em função dos fatores de variação (Grupos, Momentos e Interações)

Variáveis	Fatores de variação		
	Grupos	Momentos	Grupos X Momentos
Perfil Proteico			
PT	0,0700	0,0001	0,1526
Albumina	<.0001	<.0001	0,5880
Globulina	0,6516	<.0001	0,0196
A:G	0,0045	<.0001	0,0075
Ureia	0,2860	<.0001	0,0007
BUN	0,5686	<.0001	<.0001
Creatinina	0,1485	0,0107	0,6469
Ácido Úrico	<.0001	<.0001	0,0054

Tabela 15 - Valores médios e erro padrão das variáveis do perfil proteico de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro

Variáveis	Grupos	Momentos						
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	MG
Perfil Proteico								
PT (g/dL)	G1	7,97±0,09	7,50±0,11	7,59±0,10	8,12±0,11	8,29±0,13	8,16±0,11	7,94 A
	G2	8,46±0,24	8,04±0,30	7,93±0,19	8,29±0,42	8,06±0,36	8,00±0,26	8,13 A
	MG	8,09a	7,63b	7,67b	8,16a	8,23a	8,12a	
Albumina (g/dL)	G1	2,11±0,03	2,03±0,04	1,96±0,03	1,99±0,03	2,58±0,05	2,59±0,05	2,21 B
	G2	2,22±0,07	2,13±0,08	2,03±0,08	2,20±0,12	2,85±0,12	2,72±0,10	2,36 A
	MG	2,14b	2,06bc	1,98c	2,04bc	2,64a	2,62a	
Globulina (g/dL)	G1	5,85±0,08Aab	5,46±0,10Ab	5,62±0,10Ab	6,13±0,11Aa	5,71±0,11Ab	5,58±0,13Aa	5,73
	G2	6,23±0,25 Aa	5,91±0,25Aa	5,89±0,16Aa	6,09±0,33Aa	5,21±0,26Ba	5,28±0,19Aa	5,77
A/G	G1	0,36±0,01Ab	0,37±0,01Ab	0,35±0,01Abc	0,33±0,01Ac	0,45±0,01Ab	0,47±0,02Aa	0,39
	G2	0,36±0,02Ab	0,36±0,01Ab	0,35±0,01Ab	0,36±0,01Ab	0,55±0,02Aa	0,52±0,02Aa	0,42
Ureia (mg/dL)	G1	22,93±3,12Ba	28,51±2,35Aa	19,83±1,87Aa	19,14±2,19Aa	21,83±1,63Ab	6,43±1,05	19,78
	G2	36,00±4,09Aa	13,08±1,43Bc	15,35±3,58Ac	31,51±6,40Abc	17,61±1,12Ad	3,85±0,96	19,57
BUN (mg/dL)	G1	10,98±1,68Aab	13,30±1,10 Aa	9,25±0,87 Aab	8,93±1,02 Bb	10,19±0,76 Aab	3,00±0,49 Ac	9,24
	G2	16,80±1,91 Aa	6,10±0,67 Bb	7,16±1,67 Ab	14,71±2,98 Aa	8,22±0,52 Ab	1,80±0,45 Ac	9,13
Creatinina (mg/dL)	G1	1,64±0,08	1,59±0,07	1,39±0,06	1,51±0,06	1,30±0,05	1,55±0,06	1,49 A
	G2	1,70±0,19	1,47±0,10	1,50±0,15	1,58±0,16	1,54±0,14	1,68±0,16	1,58 A
	MG	1,65a	1,56ab	1,42ab	1,53ab	1,36b	1,58ab	
Ácido Úrico (mg/dL)	G1	0,64±0,03Ab	0,86±0,05Aa	0,94±0,05Aa	0,85±0,05Aa	1,02±0,05Aa	0,96±0,05Aa	0,88
	G2	0,77±0,06Aa	0,60±0,09Ab	0,69±0,05Ab	0,73±0,06Aa	0,69±0,12Ba	0,83±0,11Aa	0,72

- Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de momento

- Letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de grupo

A concentração de ureia está diretamente relacionada com o aporte proteico na ração e com a relação energia: proteína. Em bovinos normais, há elevação dos teores séricos entre três a nove horas após a alimentação. Em nosso estudo os animais mantiveram os níveis bem próximos da normalidade. Médias maiores foram encontradas por Borges et al. (2011), que variaram de 28,2 a 43,2 mg/dL em animais adultos e parecidas com as médias de Fagliari et al. (1998), para bovinos nelore, 12,43 a 23,91 mg/dL. Diferenças se devem provavelmente nas diferentes concentrações proteicas desses animais (BENATTI, 2013). Comportamento semelhante ao nitrogênio ureico do plasma (BUN), que também apresentou interação ($P < 0,05$), com diferença entre os grupos no M2 e M5 e menores médias evidenciadas no último momento. Já um nível de BUN, Hammond (1998) relata que novilhos em terminação, máximo desempenho tem sido associado com média de 7 a 8 mg/dL e novilhos em crescimento, 11 a 15 mg/dL. Esses valores estão bem próximos aos encontrados em nosso estudo.

3.3. Perfil Enzimático

A atividade sérica da ALT não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) (Tabela 9) entre os grupos e entre os momentos. A atividade enzimática da ALT, apesar de ter baixa atividade nesta espécie, variou dentro da faixa de normalidade para a espécie bovina (11 a 40 U/L), proposta por Kaneko et al. (2008). Para AST houve diferença entre grupo e momento ($P < 0,05$), maior atividade enzimática foi evidenciada nos dois últimos momentos experimentais. Quanto à atividade da AST, relativamente elevada no fígado, músculo esquelético e cardíaco, Dokovic et al. (2010) relataram aumento em sua atividade em bovinos de engorda durante altas demandas metabólicas. Em nosso estudo, sua atividade variou dentro da normalidade, apesar dos dois últimos momentos terem apresentado maiores médias, o que sugere preservada integridade funcional e morfológica dos hepatócitos. Menores médias foram descritas por Maruta (2005) em garrotes submetidos a condições normais de alimentação, Fagliari et al., (1998), Borges et al. (2011), Barini (2007) e Benatti (2013). Lipinski (2013) associou o aumento da atividade desta enzima no período final de confinamento de bovinos de corte a lesão muscular, juntamente com aumento da atividade da CK.

Tabela 16 - Nível de significância ($Pr>F$) da análise de variância da atividade enzimática da função hepática e muscular e da concentração sérica de troponina em função dos fatores de variação (Grupos, Momentos e Interações)

Variáveis	Fatores de variação		
	Grupos	Momentos	Grupos X Momentos
	Perfil Enzimático		
AST (U/L)	0,0191	<.0001	0,0743
GGT (U/L)	0,6659	<.0001	0,0016
FA (U/L)	0,0005	<.0001	0,1596
ALT (U/L)	0,6265	0,1499	0,8000
CK (U/L)	0,0041	<.0001	0,0042
CKMB (U/L)	0,5713	0,4586	0,8945
Troponina (ng/mL)	0,8661	0,2198	0,3731

Tabela 17 - Valores médios e erro padrão das variáveis da atividade enzimática e da concentração sérica de troponina de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro

Variáveis	Momentos							
	Grupos	M1	M2	M3	M4	M5	M6	MG
Atividade Enzimática								
AST (U/L)	G1	87,07±3,33	77,36±3,07	85,99±8,20	75,51±5,99	127,20±15,21	130,91±14,50	97,34 A
	G2	66,40±8,52	96,65±19,16	62,00±6,17	81,84±12,42	75,30±11,11	125,58±43,44	84,63 A
	MG	81,90b	82,19b	80,00b	77,09b	114,23a	119,58a	
GGT (U/L)	G1	17,08±1,59Ac	16,06±1,02Bc	25,41±1,92Ab	35,78±3,68Aa	38,05±5,17Aa	32,81±1,25Aa	27,53
	G2	22,52±1,81Aa	26,95±4,66Aa	27,64±2,75Aa	26,24±2,54Aa	25,61±2,31Aa	29,17±4,46Aa	26,35
FA (U/L)	G1	93,76±11,83	100,96±9,71	100,14±9,65	161,65±14,49	223,69±19,24	201,11±17,27	146,88A
	G2	60,50±15,11	108,81±15,14	86,74±11,60	127,60±11,29	141,78±22,12	121,03±13,30	107,74B
	MG	85,44b	102,93b	96,79b	153,14a	203,21a	181,09a	
ALT (U/L)	G1	21,61±1,32	22,07±0,80	17,09±0,58	17,78±0,85	23,05±1,14	56,90±28,88	26,41 A
	G2	19,64±1,14	19,96±1,86	18,37±1,80	25,23±2,17	25,82±4,26	24,49±1,28	22,25 A
	MG	21,12	21,54	17,41	19,64	23,74	48,79	
CK (U/L)	G1	160,45±18,60Aab	135,41±16,73Abc	89,85±4,29Ac	126,94±10,90Abc	227,48±48,91Aa	206,72±24,09Aa	157,81
	G2	129,56±19,16 Ab	99,86±22,87Ab	87,61±15,89Ab	81,26±12,19Bb	80,90±12,91Bb	271,47±20,88Aa	125,11
Troponina (ng/mL)	G1	0,09±0,06	0,08±0,03	0,02±0,02	0,02±0,01	0,04±0,01	0±0	0,05
	G2	0±0	0±0	0,03±0,02	0,04±0,01	0,01±0,01	0,02±0,01	0,03
	MG	0,09	0,08	0,02	0,03	0,03	0,01	
CKMB (U/L)	G1	135,40±11,33	109,23±5,76	132,56±7,46	162,82±12,88	164,90±14,87	248,13±22,91	158,84A
	G2	180,35±24,30	121,40±8,56	110,02±8,97	113,55±8,52	110,80±5,12	368,88±54,63	167,50A
	MG	146,64a	112,28a	126,93a	150,50a	151,38a	278,30a	

- Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de momento

- Letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de grupo

A FA apresentou no G1 valores mais elevados, em relação ao G2, de forma significativa ($P < 0,0005$), mais evidente no M5 ($223,69 \pm 19,24$ U/L e $141,78 \pm 22,12$ U/L). Ao analisar efeito de momento, constatou-se que existiu diferença ($P < 0,001$) de ambos os grupos, em relação ao M1, cujos maiores valores foram verificados no M5. No entanto, esses valores variaram dentro dos padrões normais. Fagliari et al. (1998) encontraram valores médios de 95,51 U/L para bovinos adultos machos da raça Nelore. Borges et al., (2011) encontraram médias menores (86,8 U/L) para bovinos pantaneiros. Encontra-se alta atividade dessa enzima em bovinos jovens em crescimento, originada do tecido ósseo (OTTER, 2013). Oliveira et al. (2005) afirmam que sua atividade é determinada principalmente pela isoenzima óssea, portanto, desequilíbrio em seu metabolismo poderia resultar em elevação sérica. Em animais com desenvolvimento ósseo estabilizado, a maior parte da atividade desta enzima vem do fígado, como foi observado por Benatti (2013), que encontrou valores parecidos com este estudo em bovinos Nelore confinados, atribuindo o aumento da atividade sérica à colangio-hepatite observada na histopatologia.

A atividade sérica da GGT apresentou interação ($P < 0,05$). O G1 no M2 apresentou menor atividade desta variável, em relação às demais. Nos três últimos momentos experimentais seus valores foram crescentes, comportamento parecido com AST e FA. A atividade desta enzima encontra-se acima dos limites normais proposto por González et al. (2017), que variam de 6,1 a 17,4 U/L. O aumento da atividade desta enzima está ligado a dano na estrutura dos hepatócitos (DOKOVIC et al., 2010). Embora seja encontrada em diversos tecidos, é o melhor indicador de doença hepática em ruminantes (RUSSEL e ROUSSEL, 2007). Fagliari et al. (1998) encontraram média de 17,02 UI/L em bovinos adultos Nelore. Moreira et al. (2012) encontrou média significativamente maior ($P > 0,05$) em animais com lesões histológicas (23U/L) comparados com animais sem lesões (18U/L) hepáticas. Por outro lado, Brown et al. (1999) não observaram efeitos de uma dieta com 90% de concentrado de na atividade de GGT e AST, em ovelhas.

Embora utilizada na rotina de detecção de injúrias hepáticas, Moreira et al. (2012) concluíram que a detecção de pequenas lesões hepáticas geralmente por meio de testes bioquímicos é limitada. Porém a alta especificidade da GGT permite a sua utilização como indicador de lesões hepáticas crônicas em rebanhos bovinos. A literatura traz relatos da ocorrência de abscessos hepáticos encontrados após o abate (NAGARAJA e CHENGAPPA, 1998). O nosso estudo sugere que a elevação da atividade enzimática em função do tempo de confinamento, pode ser resultado da sobrecarga hepática decorrente do

acúmulo de gordura, em grau leve. Os achados histopatológicos podem auxiliar no diagnóstico de lipidose hepática nesses animais (FIORENTIN, 2014).

Para CK existiu interação ($P < 0,05$), cujos maiores valores foram constatados no G1, em relação ao G2. Com maior destaque no M5. Levando em consideração os valores normais da atividade enzimática da CK, propostos por González et al. (2017) ($< 94 \text{U/L}$), durante a maior parte do período experimental os animais apresentaram atividade enzimática acima do normal. Por ser indicador de lesão muscular, o seu aumento pode ocorrer em função do exercício, contenção em brete, esforço súbito ou decúbito (RUSSEL e ROUSSEL, 2007), atividades desenvolvidas durante as coletas, como conduzir os animais à seringa contenção e a própria contenção física justificam sua elevação discreta.

No tocante aos marcadores cardíacos, CKMB e Troponina não houve diferença entre grupos, momentos ou interação ($P > 0,05$). As concentrações de Troponina I são parâmetros sensíveis utilizados na investigação de lesões cardíacas em humanos e animais. Em nosso estudo, não houve diferença entre grupos e momentos, e seus valores permaneceram próximos das referências citadas em bovinos sadios por Jesty et al. (2005), que variam de 0,00 a 0,04 ng/mL e dentro dos limites normais citados por Basbugan et al. (2010), que foram de 0 a 0,23 ng/mL. Quanto a atividade sérica da CKMB, marcador cardíaco menos sensível e específico que a Troponina I (SANTOS et al., 2010), também não apresentou diferença entre grupos e momentos. Em nosso estudo a atividade enzimática foi mais elevada que as encontradas por Basbugan et al. (2010), em bovinos adultos sadios (21,35 UI/L). Fartashvand et al. (2013) encontraram média de 249 U/L em bovinos sadios, média comparativamente mais próxima que nosso estudo. Estes autores afirmam que a atividade enzimática da CKMB é normalmente presente no músculo esquelético em pequenas quantidades e em casos de lesão musculares pode haver aumento em sua atividade. Esse fato pode ser justificado com ligeira elevação da CK, para justificar lesão muscular. Já que a troponina, mais sensível, permaneceu com valores baixos, excluindo lesão miocárdica.

3.4. Eletrólitos e osmolalidade

Foi registrado interação, entre grupos e momentos, para as seguintes variáveis: Ca corrigido pela Pt, P, Na corrigido pela Glicose, Cl, osmolalidade e DIF 1, enquanto que as demais tiveram variações entre grupos e/ou momentos (Tabela 10).

Em relação à concentração sérica de Ca, Ca iônico e Mg, além de não haver interação, também não houve variação entre grupos e momentos. Quanto ao Ca corrigido pela Albumina e pela globulina, maior concentração foi observada no momento M4 para Ca corrigido pela Albumina e nos momentos M4 e M5 para o Ca corrigido pela globulina. O Ca corrigido pela PT apresentou efeito de grupo, momento e interação ($P < 0,05$), tais interações ocorreram nos momentos M5 e M6, em que menor concentração foi observada nos animais do grupo que receberam dieta com grão inteiro.

A concentração de Ca total permaneceu pouco abaixo do limite proposto por Kaneko et al. (2008), entretanto os valores do Ca ionizável permaneceram dentro dos limites normais. Algumas pesquisas encontraram diminuição das concentrações séricas de Ca em ovinos e bovinos com acidose ruminal (PATRA et al. 1993; BROWN et al. 2000) em função da nutrição acidogênica prejudicar o metabolismo mineral e o metabolismo ósseo, a fim de compensar a acidose metabólica, os íons H^+ são trocados por cátions ósseos, particularmente Ca^{2+} . Em bovinos, o diagnóstico de tais distúrbios é baseado em análises químicas de biópsias musculares (STERCOVÁ et al., 2006). Além disso, hipocalcemia está associada a diminuição do pH sanguíneo e endotoxemia, condições que podem estar presentes em casos de SARA (DANSCHER et al., 2015).

Já em relação ao P, que também teve interação, maiores concentrações foram registradas nos momentos M2 e M6 para os animais deste mesmo grupo, porém, no momento M5 ocorreu o inverso. As concentrações de P em nosso estudo encontraram-se acima dos valores de referência no G1, baseados em Kaneko et al. (2008) (5,6 a 6,5 mEq/L). Em animais saudáveis, sua concentração é relativamente baixa. Hiperfosfatemia, por outro lado, pode causar grandes alterações no equilíbrio ácido-base, resultando em acidose (RUSSEL et al., 1996). Corroborando com os resultados encontrados por Stercová et al. (2006) e Brown et al. (1999) em bovinos e Patra et al. (1993) em ovinos com acidose. Synder e Credille (2017) citam ainda que hiperfosfatemia é resultante de comprometimento renal, associado a hipovolemia e inflamação sistêmica, mas as mudanças dependerão da gravidade do quadro de acidose.

O Na^+ não demonstrou diferença ($P > 0,05$) entre grupos, mas houve diferença ($P < 0,05$) entre os momentos, as maiores médias foram observadas nos M7 e M8 (155,88 e 161,01 mmol/L, respectivamente). As concentrações séricas de Na^+ nos dois últimos momentos estavam mais altas que os valores de referência propostos por Kaneko et al.

(2008) para a espécie bovina. Hipernatremia, juntamente com aumento da osmolalidade, observada nos dois últimos momentos dos dois grupos, pode ser observada em animais desidratados, quando há perda de líquidos, hemoconcentração, casos de acidose metabólica e atividade física intensa (ESCALERA-VALENTE et al., 2013).

Tabela 18 - Nível de significância ($P > F$) da análise de variância do perfil mineral, osmolalidade e diferença de íons fortes (DIF) em função dos fatores de variação (Grupos, Momentos e Interações)

Variáveis	Fatores de variação		
	Grupos	Momentos	Grupos X Momentos
Perfil Mineral			
Ca T (mg/dL)	0,5783	0,4475	0,8957
Ca I (mg/dL)	0,0567	0,2671	0,7047
Ca _{cor} Alb	0,9749	0,0003	0,3119
Ca _{cor} Glob	0,2559	<.0001	0,4259
Ca _{cor} PT	0,0012	<.0001	0,0306
P (mg/dL)	0,0917	<.0001	0,0009
Mg (mg/dL)	0,6786	0,4369	0,7278
Na _{cor} Gli	0,0007	<.0001	<.0001
Na (mg/dL)	0,1671	0,0001	0,8229
K (mmol/L)	0,0190	0,0217	0,2855
Cl (mmol/L)	0,2567	<.0001	<.0001
Osmolalidade	0,0008	<.0001	0,0001
DIF 1	0,0003	<.0001	<.0001
DIF 2	0,0006	<.0001	0,0808

Tabela 19 - Valores médios e erro padrão das variáveis do perfil mineral, osmolalidade e a diferença de íons fortes (DIF) de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro.

Variáveis	Grupos	Momentos						MG
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	
Perfil Mineral								
Ca Total (mg/dL)	G1	7,75±0,10	7,51±0,12	7,92±0,08	8,20±0,11	8,39±0,10	8,11±0,12	7,99
	G2	8,11±0,39	7,81±0,30	7,75±0,21	8,37±0,34	8,29±0,33	8,34±0,27	8,11
	MG	7,84	7,59	7,93	8,24	8,36	8,17	
Ca Ionizável (mg/dL)	G1	4,70±0,06	4,72±0,09	5,03±0,26	4,86±0,05	5,04±0,07	4,90±0,07	4,87
	G2	4,78±0,07	4,65±0,13	4,83±0,09	4,55±0,16	4,62±0,09	4,76±0,16	4,70
	MG	4,72	4,70	4,98	4,78	4,93	4,86	
Ca _{Cor} Alb	G1	9,28±0,11	9,09±0,11	9,62±0,08	9,81±0,11	9,53±0,09	9,29±0,11	9,42 A
	G2	9,52±0,37	9,31±0,26	9,32±0,19	9,81±0,31	9,21±0,28	9,38±0,29	9,42 A
	MG	9,30b	9,14b	9,55ab	9,81 ^a	9,45b	9,27b	
Ca _{Cor} Glob	G1	8,08±0,12	7,39±0,12	8,33±0,99	8,62±0,12	8,74±0,11	8,44±0,11	8,35 A
	G2	8,54±0,42	8,20±0,33	8,13±0,23	8,78±0,38	8,56±0,37	8,63±0,30	8,48 A
	MG	8,21c	7,92c	8,28abc	8,66 ^a	8,70a	8,49ab	
Ca _{Cor} PT	G1	8,09±0,30 Ab	8,35±0,29 Ab	7,47±0,35 Abc	6,63±0,38 Bc	12,18±0,41 Ba	12,53±0,61 Aa	9,23
	G2	8,35±0,84 Ac	8,21±0,57 Ab	7,50±0,63 Ab	8,43±0,66 Ab	15,34±0,75 Aa	14,17±0,70 Aa	10,33
P (mg/dL)	G1	6,90±0,42Ab	6,71±0,33Ab	7,39±0,41Ab	7,13±0,38Bb	7,77±0,35Ab	9,14±0,31Aa	7,50
	G2	5,78±0,44Abc	4,64±0,34Bc	7,27±0,60Aab	8,70±0,23Aa	8,52±0,40Aa	7,22±0,55Bba	7,02
Mg (mg/dL)	G1	2,27±0,07	2,26±0,10	2,53±0,36	2,25±0,05	2,51±0,07	2,44±0,06	2,38
	G2	2,04±0,10	2,59±0,09	2,52±0,02	2,51±0,13	2,55±0,06	2,34±0,12	2,43
	MG	2,21	2,34	2,53	2,32	2,52	2,42	
Na (mg/dL)	G1	143,48±1,20	142,69±0,82	141,51±9,97	148,56±0,64	154,17±0,85	161,51±0,94	148,65 A
	G2	143,81±1,26	144,22±1,31	151,14±1,16	157,39±1,24	160,98±1,72	159,51±1,67	152,84 A
	MG	143,56b	143,07b	143,92b	150,77ab	155,88a	161,01a	
Na _{Cor} Glicose	G1	141,95±1,17 Ae	142,08±0,80 Ae	150,84±0,77 Ac	148,10±0,69 Bd	153,78±0,86 Bb	160,87±0,95 Aa	149,78
	G2	143,35±1,38 Ac	143,54±1,34 Ac	150,50±1,13 Ab	156,73±1,25 Aa	160,36±1,71 Aa	158,83±1,66 Aa	152,22
K (mmol/L)	G1	4,21±0,18	3,81±0,13	3,98±0,11	4,46±0,14	4,32±0,15	4,12±0,08	4,15 B
	G2	4,30±0,07	4,42±0,16	4,48±0,06	4,54±0,10	4,22±0,17	4,33±0,14	4,38 A
	MG	4,23ab	3,96b	4,11ab	4,48a	4,29ab	4,17ab	
Cl (mg/dL)	G1	121,14±1,00Aa	121,63±0,62Ba	121,52±2,21Aa	115,54±0,89Ab	100,52±0,69Bd	104,31±0,47Ac	114,11
	G2	117,84±1,37Ab	127,60±0,98Aa	119,16±1,51Ab	106,87±0,68Bd	103,81±1,28Ac	103,49±0,69Ac	113,13

Tabela 19. (continuação) Valores médios e erro padrão das variáveis do perfil mineral, osmolalidade e a diferença de íons fortes (DIF) de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro.

Variáveis	Grupos	Momentos experimentais						MG
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	
		Perfil Mineral						
Osmolalidade (mOsm)	G1	288,60±2,33 Ad	289,26±1,72 Ad	304,57±1,40 Ac	300,35±1,33 Bc	311,22±1,79 Bb	321,10±1,87 Aa	302,83
	G2	294,05±3,22 Ac	290,47±2,37 Ac	303,95±2,60 Ab	318,31±3,00 Aa	322,23±3,42 Aa	317,19±3,03 Aa	307,70
DIF 1	G1	26,28±1,30 Ad	24,87±0,90 Ad	35,79±0,69 Ac	37,48±1,10 Bc	57,97±1,32 Ab	61,31±0,88 Aa	40,94
	G2	30,27±0,94 Ad	21,03±1,32 Be	36,46±2,49 Ac	55,05±0,93 Ab	61,39±1,36 Aa	60,35±2,02 Aa	44,09
DIF 2	G1	10,39±3,53	8,41±4,66	29,76±2,74	24,66±3,41	43,27±3,44	56,66±2,16	29,27 B
	G2	12,82±7,08	19,61±3,06	31,67±1,46	49,47±2,44	56,77±2,77	60,01±1,44	38,39 A
	MG	11,08d	11,21d	30,24c	30,86c	46,64b	57,50a	

- Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de momento

- Letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (P<0,05) caracterizando efeito de grupo

Como as concentrações de Na^+ oscilam com o movimento da água entre os diferentes compartimentos corpóreos, podemos atribuir também ao aumento da osmolalidade ruminal, em função de uma dieta rica em grãos, direcionando o fluxo de líquido para o interior do rúmen (OWENS et al., 1998; PATRA et al., 1993). Resultados semelhantes observaram Castilho et al. (2006), quando investigaram o efeito do processamento de grãos no equilíbrio hidroeletrólítico de bovinos, Brown et al. (2000) e Li et al. (2012) em bovinos com acidose subclínica e Brown et al. (1999) quando trabalhou com acidose em ovinos.

Os valores de K^+ permaneceram elevados durante a maior parte do período experimental. Houve efeito de grupo e momento ($P < 0,05$), sendo a maior média obtido pelo G1. Menor concentração de K foi observado no momento M2 e maior no momento M5 quando comparado com os demais momentos de coleta. Nossos valores diferiram dos resultados encontrados por Brown et al. (2000). O crescimento linear das concentrações de K^+ e FA já foram relatados na literatura em resposta a administração intravenosa de lactato. A hiperfosfatemia associada à acidose láctica pode surgir da degradação de compostos de fosfato orgânicos intracelulares seguidos de um fluxo extracelular de fosfato inorgânico ou mobilização de reservas esqueléticas através de reabsorção óssea (BROWN et al., 1999). Além disso, a hipercalemia está associada à diminuição do fluxo tubular distal e acúmulo de potássio na circulação (SNYDER e CREDILLE, 2017).

Para a concentração sérica de Cl, em que se observou interação, menor concentração foi registrada nos momentos M2 e M5, enquanto que no momento M4 a menor concentração foi registrada no grupo controle. As alterações observadas nos níveis séricos de Cl^- , hiperclorêmia associada a níveis normais de Na^{2+} são observadas em casos de acidose metabólica, como pode ser observado nos momentos iniciais do estudo. A concentração sérica do cloro tende a variar inversamente à concentração de bicarbonato. As alterações na clorêmia, quando não associadas à natremia e à hidratação, estão associadas a algum distúrbio ácido-base (ROSSELL E ROUSSEL, 2007). A hiperclorêmia e a acidose metabólica são reflexos do acúmulo de ácidos na circulação sanguínea (SNYDER e CREDILLE, 2017).

A osmolalidade teve interação entre grupos e momentos, e que menor valor osmolar foi observado no G1, nos momentos M4 e M5. Quanto a diferença de íons fortes (DIF) pela equação utilizada com o Na, K e Cl, maior DIF foi registrado neste mesmo

grupo de animais, no M6 e menor no momento M2. Na análise do DIF 2, maior média geral foi registrada no G2. Já em relação aos momentos de coleta, verifica-se menores médias registradas nos momentos M1 e M2, com aumento progressivo até o momento M6, com a maior média dos momentos observados. DIF, originalmente descrito por Stewart (1983), é uma importante variável independente para quantificar os distúrbios do equilíbrio ácido-base. Um valor de DIF diminuído indica acidose metabólica. Em nosso estudo, os valores estavam diminuídos nos momentos iniciais, constatando que esses animais estavam em acidose metabólica. O Na^+ e o Cl^- , presentes em concentrações relativamente grandes, são os principais eletrólitos fortes, como foi observado em nosso estudo. A diferença iônica forte (DIF) é a diferença entre as concentrações de íons carregados positivamente e negativamente em fluidos biológicos, os valores de DIF propostos por Constable (1999) variam de 38 a 46. Em nosso estudo os valores encontram-se abaixo no início do experimento, provavelmente em função dos níveis elevados de lactato plasmático e Cl^- e nos últimos momentos esses valores elevaram, provavelmente em função dos níveis elevados de Na^+ . Os valores médios de DIF determinados por Bouda et al. (2009) em camelos variaram entre 38,3–48,1 mmol /l, ligeiramente superiores aos observados em cães, vacas e cavalos (RUSSELL et al., 1996; ROUSSEL et al., 1997).

3.5. Perfil Endócrino

Não foram registradas análises de interação, nem variação entre grupos e momentos para as concentrações de insulina e cortisol (Tabela 12). Nossos resultados na concentração de insulina foram semelhantes ao estudo de Brown et al. (2000) quando trabalharam com SARA em novilhos alimentados com dieta concentrada, que variaram de 1,1 a 2,5ng/mL e Ban-Tokuda et al. (2007) quando trabalharam com bovinos, encontrando concentrações que variaram de 1 a 3 ng/mL em bovinos, associando os altos deste hormônio ao acúmulo de gordura visceral observado nos animais. Quanto à concentração de cortisol, foi mais elevada em nosso estudo, do que os dados de Brown et al. (2000), que variaram de 0,37 a 1,38 $\mu\text{g/dL}$. Segundo Kaneko et al. (2008), a concentração em bovinos é de 0,61 $\mu\text{g/dL}$, em nosso estudo sua elevação justifica-se diante de situações de estresse, em função de alterações ambientais, nutricionais ou metabólicas (OTTERSBACH et al., 2008).

Tabela 20 - Nível de significância ($P > F$) da análise de variância do perfil endócrino em função dos fatores de variação (Grupos, Momentos e Interações)

Variáveis	Fatores de variação		
	Grupos	Momentos	Grupos X Momentos
Insulina ($\mu\text{IU/mL}$)	0,2588	0,2279	0,0840
Cortisol ($\mu\text{g/dL}$)	0,4737	0,7645	0,8677

Tabela 21 - Valores médios e erro padrão das variáveis do perfil hormonal de bovinos alimentados com dieta grão de milho inteiro

Hormônios		Momentos				MG
		M3	M4	M5	M6	
Insulina ($\mu\text{IU/mL}$)	G1	1,16 \pm 0,27	1,76 \pm 0,38	2,98 \pm 0,71	1,76 \pm 0,47	1,81
	G2	4,07 \pm 2,34	2,51 \pm 0,86	1,24 \pm 0,24	1,77 \pm 0,38	2,32
	MG	2,61	1,95	2,58	1,76	
Cortisol ($\mu\text{g/dL}$)	G1	3,89 \pm 1,22	2,61 \pm 0,51	2,93 \pm 0,50	2,74 \pm 0,54	3,05
	G2	3,10 \pm 1,23	2,76 \pm 0,90	3,39 \pm 1,37	2,14 \pm 0,57	2,77
	MG	3,50	2,64	3,03	2,5	

- Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$) caracterizando efeito de momento

- Letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$) caracterizando efeito de grupo

4. CONCLUSÃO

A dieta grão de milho inteiro propiciou aumento das concentrações séricas de triglicérides e lactato plasmático, em função do maior aporte de carboidratos rapidamente fermentáveis.

Animais alimentados com dieta de grão de milho inteiro apresentaram menor concentração sérica de albumina que aqueles não alimentados integralmente com essa dieta.

No decorrer do tempo de confinamento, a dieta propiciou elevação da atividade enzimática da GGT, resultante da sobrecarga hepática em função da densidade energética da dieta.

A alimentação com grão inteiro resulta em aumento dos níveis de fosfato, sódio, cloro e a osmolalidade, decorrente do desequilíbrio hidroeletrolítico e ácido-básico do quadro de acidose crônica ruminal. A diferença entre íons fortes demonstra acidose metabólica, em alguns momentos durante o experimento.

Apesar das variações apresentadas, principalmente na elevação da atividade enzimática da GGT, perfil de eletrólitos e osmolalidade, os animais não demonstram distúrbios metabólicos aparentes com prejuízos no metabolismo geral.

REFERENCIAS

ALZAHAL, O.; RUSTOMO, B.; ODONGO, N. E.; DUFFIELD, T. F.; MCBRIDE, B. W. Technical note : A system for continuous recording of ruminal pH in cattle. **J. Anim. Sci.**, v. 85, p. 213–217, 2007.

BAN-TOKUDA, T.; ORDEN, E. A.; BARRIO, A. N.; LAPITAN, R. M.; DELAVALD, C.; CHILLIARD, Y.; FUJIHARA, T.; CRUZ, L. C.; HOMMA, H.; KANAI, Y. Effects of species and sex on plasma hormone and metabolite concentrations in crossbred Brahman cattle and crossbred water buffalo. **Livestock Science**, v. 107, n. 2–3, p. 244–252, 2007.

BASBUGAN, Y.; AGAOGLU, Z.; YÜKSEK, N. An investigation on serum troponin concentration in healthy ruminants. **Kafkas Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, v. 16, n. 4, p. 641–645, 2010.

BEVANS, D. W.; BEAUCHEMIN, K. A.; MCKINNON, J. J.; MCALLISTER, T. A. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. **J. Anim. Sci.**, v. 83, p. 1116–1132, 2005.

BOTEZATU, A.; VLAGIOIU, C.; CODREANU, M.; ORAŞANU, A.; Biochemical and Hematological Profile in Cattle Effective. **Veterinary Medicine**. v. 71, n. 1, p 27-30, 2014.

BOUDA, J.; NÚÑEZ-OCHOA, L.; ÁVILA-GONZÁLEZ, E.; DOUBEK, J.; FUENTE-MARTÍNEZ, B.; AGUILAR-BOBADILLA, J. Blood acid-base and plasma electrolyte values in healthy ostriches: The effect of age and sex. **Research in Veterinary Science**, v. 87, n. 1, p. 26–28, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2008.12.011>>.

BROWN, M. S.; KREHBIEL, C. R.; GALYEAN, M. L.; REMMENG, M. D.; PETERS, J. P.; HIBBARD, B.; ROBINSON, J.; MOSELEY, W. M. Evaluation of models of acute and subacute acidosis on dry matter intake, ruminal fermentation, blood chemistry, and endocrine profiles of beef steers. **J. Anim. Sci.** v.78, p.3155–3168, 2000.

BROWN, M. S.; HALLFORD, D. M.; GALYEAN, M. L.; KREHBIEL, C. R.; DUFF, G. Effect of ruminal glucose infusion on dry matter intake, urinary nitrogen composition, and serum metabolite and hormone profiles in ewes. **J. Anim. Sci.** v.77, p 3068–3076, 1999.

CASTILLO, C.; ABUELO, A.; HERNÁNDEZ, J. Usefulness of metabolic profiling in the assessment of the flock's health status and productive performance. **Small Ruminant Research**, v. 142, p. 28–30, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.02.019>>.

CONSTABLE, P. D. Clinical assessment of acid-base status. Strong ion difference theory. **The Veterinary clinics of North America. Food animal practice**, v. 15, n. 3, p. 447–471, 1999. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30158-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30158-4)>.

DANSCHER, A. M.; LI, S.; ANDERSEN, P. H.; KHAFIPOUR, E.; KRISTENSEN, N. B.; PLAIZIER, J. C. Indicators of induced subacute ruminal acidosis (SARA) in Danish Holstein cows. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 57, n. 1, p. 1–14, 2015.

DOKOVIC, R.; ILIC, Z.; JASOVIC, B. Blood Biochemical Parameters and Enzyme Activity in Beef Cattle. **Acta Agriculturae Serbica**. v. 15, n.29, p. 47-54, 2010.

DUGGER, D. T.; EPSTEIN, S. E.; HOPPER, K.; MELLEMA, M. S. A comparison of the clinical utility of several published formulae for estimated osmolality of canine serum. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 24, n. 2, p. 188-193, 2014. doi:10.1111/vec.12153.

ESCALERA-VALENTE F.; GONZALES-MONTAÑA, J. R.; VARGA, M. E. A.; LOMILLOS-PEREZ, J. M.; GAUDIOSO-LACASA, V. R. Influence of intense exercise on acid-base, blood gas and electrolyte status in bulls. **Research in Veterinary Science**, Oxford, v. 95, n. 2, p. 623-628, 2013.

FAGLIARI, J. J.; SANTANA, A. E.; LUCAS, F. A.; CAMPOS FILHO, E.; CURI, P. . Constituintes sanguíneos de bovinos lactantes, desmamados e adultos das raças Nelore

(*Bos indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de Bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça Murrah. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v. 50, n. 3, p. 263–271, 1998.

FARTASHVAND, M.; NADALIAN, M. G.; SAKHA, M.; SAFI, S. Elevated Serum Cardiac Troponin I in Cattle with Theileriosis. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 27, n. 1, p. 194–199, 2013.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica veterinária**. 3.ed. rev. e ampl. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017. 538p.

HAMMOND, C. Use of BUN and MUN as Guides for Protein and Energy in Cattle. **Revista Corpoica**, v. 2, n. 2, p. 44–48, 1998.

JENSEN, A. L.; PETERSEN, M. B.; HOUE, H. Determination of the Fructosamine Concentration in Bovine Serum Samples. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, v. 40, n. 1–10, p. 111–117, 1993.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animal**. 6.ed. Elsevier Inc, 2008, 918p.

LI, S.; GOZHO, G.N.; GAKHAR, N.; KHAFIPOUR, E.; KRAUSE, D.O.; PLAIZIER, J.C. Evaluation of diagnostic measures for subacute ruminal acidosis in dairy cows. **J. Anim. Sci.** v.92,n.3, 353–364. 2012.

LIPINSKI, L.C. **Perfil metabólico de bovinos de corte da raça Purunã**. 124p. Tese (Doutorado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MARUTA, C. A. **Perfil metabólico e ruminal de garrotes submetidos às condições de alimentação normal , jejum e realimentação**. 93p. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2005.

MEDICALC. 2018. <http://www.scymed.com/en/smnxfd/smnxfdaa.htm>.

MOLLER, P. D.; DIERNÆS, L.; SEHESTED, J.; HYLDGAARD-JENSEN, J.; SKADHAUGE, E. Lactate Transport across the Bovine Rumen Epithelium in vitro. **Journal of Veterinary Medicine Series A: Physiology Pathology Clinical Medicine**, v. 44, n. 1, p. 31–38, 1997.

NASR, M.; ELKHODARY, S.; BEDER, N.; ELSHAFEY, B. Epidemiological and Diagnostic Studies on Subacute Ruminant Acidosis in Dairy Cows. **Alexandria Journal of Veterinary Sciences**, v. 53, n. 2, p. 83, 2017.

OETZEL, G.R. Subacute Ruminant Acidosis in Dairy Herds : Physiology, Pathophysiology, Milk Fat Responses, and Nutritional Management. In: AMERICAN ASSOCIATION OF BOVINE PRACTITIONERS, **Anais...**2007.

OTTERSBUCH, R. A.; SANTOS, R. Dos; GERMANO, R. D. M. Variações de cortisol sérico em bovinos de corte (*Bos taurus indicus*) Nelore e (*Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus*) cruzamento industrial, durante o processo de abate. **PUBVET Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 2, n. 42, p. 1–11, 2008

PATRA, R. C.; LAL, S. B.; SWARUP, D. Physicochemical alterations in blood, cerebrospinal fluid and urine in experimental lactic acidosis in sheep. **Research in Veterinary Science**, v. 54, n. 2, p. 217–220, 1993.

POGLIANI, F. C.; BIRGEL JÚNIOR, E. H. Valores de referência do lipidograma de bovinos da raça holandesa, criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 5, p. 373–383, 2007.

POGLIANI, F. C. **Valores de referência e influência dos fatores etários, sexuais e da gestação no lipidograma de bovinos da raça Holandesa, criados no Estado de São Paulo**. 136p. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, 2006.

POGLIANI, F. C.; BIRGEL JÚNIOR, E. H. Valores de referência do lipidograma de bovinos da raça holandesa, criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 5, p. 373–383, 2007.

PRADO, O. F. **Aspectos metabólicos plasmáticos de novilhas nelore e cruzadas confinadas**. 64p. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Programa De Pós-Graduação Em Zootecnia, Rio Verde, Goiás, 2018.

RAMÍREZ, M.N.; SALAZAR, F.C.; LEONARDI, F.; BRAVO, H. Relación albumina:globulina plasmáticas en tres épocas Del año en vacas de la raza Carora Del estado Lara-Venezuela. CONGRESO NACIONAL DE BUIATRIA, Vera Cruz, 16-18 agosto, 2001.

SANTOS, E. S.; BALTAR, V. T.; PEREIRA, M. P.; MINUZZO, L.; TIMERMAN, A.; AVEZUM, Á. Comparação entre troponina I cardíaca e CK-MB massa em síndrome coronariana aguda sem supra de ST. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 96, n. 3, p. 179–187, 2010.

SARAIVA, T. A. **Perfil metabólico e características de carcaça e carne de bovinos nelore confinados**. 112p. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2017.

SHARP, C.; KERL, M.; MANN, F. A comparison of total calcium, corrected calcium, and ionized calcium concentrations as indicators of calcium homeostasis among hypoalbuminemic dogs requiring intensive care. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 19, n. 6, p. 571-578, 2009. doi:10.1111/j.1476-4431.2009.00485.x.

SILVA, E. B. da; FIORAVANTII, M. C. S.; SILVA, L. A. F. da; ARAÚJO; DE, E. G.; MENEZES; DE, L. B.; PACHECO; MIGUEL, M.; VIEIRA, D. Avaliação leucocitária, relação fibrinogênio de bovinos da raça nelore, confinados avaliação leucocitária, relação albumina / globulina, proteína plasmática e fibrinogênio de bovinos da raça nelore confinados. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 38, n. 8, p. 2191–2196, 2008.

SILVA FILHO, A. P.; MENDONÇA, C. L.; SOUTO, R. J. C.; SILVA, R. J.; SOARES, P. C.; AFONSO, J. A. B. Indicadores bioquímico e hormonal de vacas leiteiras mestiças sadias e doentes durante o final da gestação e o início da lactação. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 11, p. 1229–1240, 2017.

SNYDER, E.; CREDILLE, B. Diagnosis and Treatment of Clinical Rumen Acidosis. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, v. 33, n. 3, p. 451–461, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.06.003>>.

STERCOVÁ, E.; HAAS, D.; KRÁSA, A.; LEPKOVÁ, R.; STERC, J. Effect of Intensive Fattening of Bulls Fed a High-grain Diet on Selected Health Indicators. **ACTA VET. BRNO**, v. 75, p. 209–218, 2006.

VANOVA-UHRIKOVA, I.; RAUSEROVA-LEXMAULOVA, L.; REHAKOVA, K.; SCHEER, P.; DOUBEK, J. Determination of reference intervals of acid-base parameters in clinically healthy dogs. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 27, n. 3, p. 325-332, 2017. doi:10.1111/vec.12589.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fornecimento da dieta grão de milho inteiro durante o período experimental desencadeou um quadro de SARA nos animais avaliados, com alterações no equilíbrio ruminal, demonstradas nas características físico-químicas e microbiológicas do fluido ruminal. Os animais demonstraram clinicamente diminuição da motilidade ruminal, discreta timpania e diarreia com grãos. Entretanto, sem alterações hematológicas.

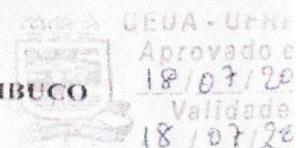
Os metabólitos sanguíneos bioquímicos demonstraram leve alteração da funcionalidade hepática, com elevação da GGT em função do período de confinamento. Uma característica importante em função da sobrecarga orgânica em animais que são desafiados com alimentação concentrada. As alterações no perfil de eletrólitos e osmolalidade foram decorrentes do quadro de acidose metabólica desenvolvida em alguns momentos.

Recomenda-se criterioso cuidado no fornecimento da dieta, principalmente no período de adaptação dos animais. Em função dos riscos de desenvolvimento dos distúrbios fermentativos, como acidose aguda e crônica, observadas durante nosso estudo.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n,
Dois Irmãos - CEP: 52171-900 - Recife/PE



Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA F-14
Licença condicional para o uso de animais em experimentação e/ou ensino

A Comissão de ética no uso de animais CEUA da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições, autoriza a execução do projeto discriminado abaixo. O presente projeto também se encontra de acordo com as normas vigentes no Brasil, especialmente a Lei 11794/2008.

Número da licença	82/2018
Número do processo	23082.011348/2018-01
Data de emissão da licença	18 de julho de 2018
Título do Projeto	Perfil metabólico de bovinos alimentados com dieta com milho grão inteiro.
Finalidade (Ensino, Pesquisa, Extensão)	Pesquisa
Responsável pela execução do projeto	Pierrí Castro Soares
Colaboradores	José Augusto Bastos Afonso; Carla Lopes de Mendonça; Uila Almeida Aragão de Alcântara; Regina Nóbrega de Assis; Leonardo Magno de Souza
Tipo de animal e quantidade total autorizada	Bovino; 20 Fêmea; total: 20


 Prof. Dra. Marleyne José Afonso Accioly Lins Amorim
 (Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA / UFRPE)

Prof.ª Dr.ª Marleyne Amorim
 Presidente CEUA/UFRPE
 SIAPE 364977