

Daniele Aparecida Miranda

**PERFIL METABÓLICO E DESEMPENHO DE BEZERROS HOLANDESES
ALIMENTADOS COM DIFERENTES QUANTIDADES DE SUCEDÂNEO DE
LEITE E CONCENTRADO DE DIFERENTES GRANULOMETRIAS**

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária
da Universidade Federal de Minas Gerais, como
requisito parcial para obtenção do grau de Mestre
em Ciência Animal.

Área de concentração: Clínica e Cirurgia Veterinárias

Orientadora: Fabíola de Oliveira Paes Leme

Coorientador: Antônio Último de Carvalho

Belo Horizonte

Escola de Veterinária – UFMG

2013

M672p Miranda, Daniele Aparecida, 1982-
Perfil metabólico e desempenho de bezerros holandeses alimentados com diferentes quantidades de sucedâneo de leite e concentrado de diferentes granulometrias / Daniele Aparecida Miranda. – 2013.

98 p. : il.

Orientadora: Fabíola de Oliveira Paes Leme

Coorientador: Antônio Último de Carvalho

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.

Inclui bibliografia

1. Bezerro – Alimentação e rações – Teses. 2. Bezerro – Pesos e medidas – Teses.
3. Nutrição – Animal – Teses. 4. Sucédâneos do leite – Teses. I. Leme, Fabíola de Oliveira Paes. II. Carvalho, Antônio Último de. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. IV. Título.

CDD – 636.208 5

Dissertação defendida e aprovada em 21 de março de 2013, pela Comissão Examinadora constituída por:



Profª. Fabiola de Oliveira Paes Leme
Presidente



Prof. Adriana de Souza Coutinho



Prof. Elias Jorge Facury Filho

“Não se deixe hipnotizar, mistificar, enganar, pelas repetidas afirmações acerca das maravilhas do método científico. Ele é muito importante. Sem anzóis não há peixes.

Cuidado, entretanto, com a arrogância do pescador que, com um peixinho na mão, pretende haver desvendado o mistério da lagoa escura.”

Rubem Alves

Dedico este trabalho aos meus pais,

irmãs, meu filho e

meu marido.

Agradecimentos

A Deus pela oportunidade da vida e do aprendizado...

Aos meus queridos pais por terem construído o que hoje sou, com disciplina, paciência e amor, e por acolherem a mim, meu filho e meu marido, nos momentos de maior dificuldade...

Ao meu querido filho por ser a maior alegria da minha vida e por me dar a oportunidade de desfrutar um sentimento tão lindo e tão nobre...

Às minhas queridas irmãs, minhas melhores amigas, pelo auxílio e pelos exemplos...

Ao meu querido marido pelo amor, auxílio e compreensão...

À Prof. Fabíola pela orientação, ensinamentos, paciência, carinho e amizade...

Ao Prof. Último, pelos ensinamentos, carinho, amizade e por não me deixar desistir...

Aos companheiros de experimento Ana, Bruna, Julia, Leandro e Cibele. Compartilhar com vocês o experimento foi uma das experiências profissionais mais incríveis...

À professora Sandra por nos acolher no bezerreiro, pela paciência e pelos ensinamentos...

Ao professor Lobão, pelo apoio, pelas dicas e pela amizade...

À professora Ângela e ao Danilo pelo auxílio com a estatística...

À Luciele pelo apoio e pela amizade...

Aos técnicos do laboratório de patologia clínica Renata, Creuzinha, Joelma e outros colaboradores, Carol, Pâmela, Fernanda...

Aos estagiários do bezerreiro, sem os quais o trabalho seria árduo...

Aos familiares, tios, tias, avós, primos...

Às amigas de sempre, Biga, Quel, Lila, Ester, Taty, Carolzinha, Carolzona, Bruna, Vivi...

Ao grupo dos ruminantes Gustavo, Jesus, José Zambrano, Ju, Facury, Moisés, Marina, Helinho, Felipe, Marcela, Ronaldo, Emerson, Passon...

Aos colegas do LANAGRO/MG pela amizade e compreensão...

Às fazendas Brejo Alegre e São João e à fazenda experimental Prof. Hélio Barbosa (Igarapé) e aos seus funcionários pelo fornecimento, auxílio e cuidado com os bezerros...

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos...

À Escola de Veterinária e todos os funcionários. À coordenação do colegiado de Pós-graduação, prof. Roberto Guedes e às secretárias, Luzete e Débora...

Muito obrigada!

SUMÁRIO

1. Introdução	15
2. Revisão de literatura	16
2.1. Desenvolvimento dos pré- estômagos dos bezerros.....	16
2.2. Fornecimento de dieta líquida.....	18
2.3. Perfil metabólico.....	21
2.3.1. Metabolismo de Nutrientes.....	22
2.3.2. Componentes do perfil metabólico.....	24
3. Materiais e métodos	33
3.1. Instalações.....	33
3.2. Alimentação e manejo dos animais.....	33
3.3. Grupos experimentais.....	35
3.4. Coleta e processamento das amostras.....	36
3.5. Análise estatística.....	39
4. Resultados e discussão	40
4.1. Avaliação da influência dos protocolos de aleitamento sobre desempenho e consumo de bezerros.....	42
4.1.1. Consumo de sucedâneo de leite e concentrado.....	42
4.1.2. Ganho de peso.....	45
4.2. Avaliação da influência do processamento do milho do concentrado sobre o desempenho e o consumo de bezerros holandeses até os 90 dias de idade.....	46
4.2.1. Consumo de concentrado.....	47
4.2.2. Ganho de peso.....	47
4.2.3. pH rumenal.....	50
4.3. Perfil metabólico de bezerros de 5 a 90 dias de idade em diferentes protocolos alimentares.....	51
4.3.1. Proteínas.....	51
4.3.2. Enzimas.....	59
4.3.3. Metabólitos	70
4.3.4. Minerais.....	80
5. Considerações Finais	86
6. Conclusões	87
7. Referências bibliográficas	87

Adendos

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Temperaturas mínimas e máximas observadas durante o período experimental (setembro de 2010 a março de 2011).....	41
Tabela 2 – Concentração de Proteínas plasmáticas totais (PPT) obtida por refratometria e espectrofotometria (técnica de biureto*), como parâmetro para avaliação da transferência de imunidade passiva em bezerros holandeses aos 5 dias de idade.	42
Tabela 3. Consumo diário de concentrado (média \pm desvio-padrão) em cada semana por bezerros da raça holandesa até a 13ª semana de vida em três protocolos de aleitamento.....	43
Tabela 4 –Aumento no consumo diário de concentrado em cada semana por bezerros da raça holandesa até a 13ª semana de vida em três protocolos de aleitamento.....	44
Tabela 5 – Ganho de peso diário de bezerros da raça holandesa alimentados com diferentes protocolos de fornecimento de leite no primeiro, segundo e terceiro mês de vida.....	46
Tabela 6 – Consumo de concentrado por bezerros da raça holandesa até as 13 semanas de idade alimentados com quatro litros de sucedâneo de leite e com concentrado de diferentes granulometrias	47
Tabela 7 - Peso corporal (média \pm desvio-padrão) de bezerros da raça holandesa alimentados com 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado com milho de diferentes granulometrias.....	48
Tabela 8 – Ganho de peso corporal (médias) de bezerros da raça holandesa alimentados com 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado com milho de diferentes granulometrias.....	49
Tabela 9 – pH do suco rumenal de bezerros holandeses dos 15 aos 90 dias de idade alimentados com concentrado de diferentes granulometrias.	51
Tabela 10 – Concentração de proteínas séricas (g/dl) observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	52
Tabela 11 – Valores da literatura da concentração de proteínas plasmáticas totais (PT) em bezerros de diferentes faixas etárias.	53
Tabela 12 – Concentração de Albumina (g/dl) em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.	54
Tabela 13 – Valores encontrados na literatura para albumina em bezerros de diferentes faixas etárias.....	55

Tabela 14 – Concentração de Globulinas (g/dl) observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.	56
Tabela 15 – Relação Albumina:Globulina (g/dl) observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	58
Tabela 16 – Relação Albumina:Globulina observada em bezerros em diferentes idades.....	58
Tabela 17 - Atividade sérica de ALP – Fosfatase alcalina (U/L) observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	59
Tabela 18 – Valores médios encontrados na literatura da atividade sérica da fosfatase alcalina (ALP) em bovinos em diferentes faixas etárias.	61
Tabela 19 - Atividade sérica de GGT – Gama glutamiltransferase (UI/L) observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	62
Tabela 20 – Valores da atividade de GGT (Gama glutamiltransferase) sérica da literatura para bovinos de diferentes faixas etárias.....	63
Tabela 21 - Atividade sérica de ALT – Alanina aminotransferase (UI/L) observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	64
Tabela 22– Valores de ALT (Alanina aminotransferase) da literatura para bovinos de diferentes faixas etárias.....	66
Tabela 23 - Atividade sérica da AST – Aspartato aminotransferase (UI/L) observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	67
Tabela 24. Valores da literatura da atividade sérica de AST em bovinos de diferentes faixas etárias.....	68
Tabela 25 – Atividade sérica de Lactato desidrogenase (LDH) (UI/L) observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	69
Tabela 26 - Valores da literatura da atividade sérica de lactato desidrogenase (LDH) em bovinos de diferentes faixas etárias.	70
Tabela 27 – Concentração de Lactato sanguíneo (mg/dL) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	71
Tabela 28 - Valores da literatura da concentração de lactato sanguíneo em bezerros de diferentes faixas etárias.....	72

Tabela 29 – Concentração de Lactato do suco de rúmen (mg/dL) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	73
Tabela 30 – Concentração plasmática de glicose (mg/dL) observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	75
Tabela 31 – Valores da concentração de glicose plasmática de bezerros em diferentes faixas etárias.....	76
Tabela 32 – Valores da concentração de glicose plasmática encontrados por Khan et al. (2007b) em bezerros alimentados com 4 litros de leite (convencional) ou 6 litros de leite até os 30 dias de idade e 4 litros até a desmama (<i>step down</i>).	76
Tabela 33 – Concentração de creatinina sérica (mg/dL) observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.	77
Tabela 34 – Valores encontrados na literatura para creatinina sérica em bovinos de diferentes faixas etárias.....	78
Tabela 35 – Concentração de Ureia sérica (mg/dL) observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.	79
Tabela 36 - Valores da concentração de ureia plasmática de bezerros em diferentes faixas etárias.....	80
Tabela 37 – Cálcio sérico observado (mg/dl) em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.	81
Tabela 38 – Fósforo sérico observado (mg/dl) em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.	82
Tabela 39- Valores da concentração de Cálcio e fósforo no soro sanguíneo de bezerros em diferentes faixas etárias.....	83
Tabela 40 – Magnésio sérico observado (mg/dl) em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.	84
Tabela 41 – Valores de referencia encontrados na literatura de Magnésio em bezerros em diferentes faixas etárias.....	84
Tabela 42 – Cloreto sérico observado (mg/dl) em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.	85

Tabela 43 – Valores de cloreto para bovinos em estado normal de saúde em diferentes faixas etárias.....	86
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Catabolismo de proteínas, gorduras e carboidratos nos três estágios da respiração celular.....	23
Figura 2. Bezerreiro experimental do tipo argentino, com tela de bloqueio de 80% e área de sombra de 8,5 m ² /animal.....	34
Figura 3 - Aumento no consumo diário de concentrado em cada semana por bezerros da raça holandesa até a 13ª semana de vida em três protocolos de aleitamento	45
Figura 4 – Ganho de peso corporal de bezerros da raça holandesa alimentados com 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado com milho de diferentes granulometrias da primeira à décima segunda semana de vida.....	50
Figura 5 – Concentração de proteínas totais séricas (g/dL) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	53
Figura 6 – Concentração de Albumina (g/dL) em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares	55
Figura 7 – Concentração de Globulinas (g/dL) em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	57
Figura 8 - Atividade sérica de ALP – Fosfatase alcalina (U/L) em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	60
Figura 9 – Atividade sérica de GGT (Gama Glutamiltransferase) (U/L) em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares	63
Figura 10 – Atividade sérica de ALT – Alanina aminotransferase (UI/L) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	65
Figura 11 - Atividade sérica da AST – Aspartato aminotransferase (UI/L) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	67

Figura 12 – Atividade sérica de Lactato desidrogenase (LDH) (UI/L) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares	70
Figura 13 – Concentração plasmática de Lactato (mg/dL) sanguíneo observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	71
Figura 14 - Concentração de Lactato do suco de rúmen (mg/dL) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	74
Figura 15 – Concentração plasmática de glicose (mg/dL) observada em bezerros da raça holandesa dos 15 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.	75
Figura 16 - Concentração de creatinina sérica (mg/dL) observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.....	78
Figura 17 - Cálcio sérico observado (mg/dl) em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares	81
Figura 18 - Fósforo sérico observado (mg/dl) em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade em diferentes protocolos alimentares.	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Composição do sucedâneo de leite fornecido aos bezerros da raça holandesa até os 60 dias de vida, recebendo concentrado de diferentes granulometria.....	35
Quadro 2– Composição química dos concentrados de milho em diferentes apresentações e capim, utilizados em bezerros experimentalmente dos 3 aos 90 dias de vida.....	36
Quadro 3 – Enfermidades ocorridas no bezerreiro experimental e seus respectivos protocolos de tratamentos.....	38
Quadro 4 – Granulometria (em porcentagem de partículas retidas na peneira GRANUTEST®) dos concentrados fornecidos aos bezerros.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS

4MFI - Concentrado de milho fino + 4 Litros de sucedâneo de leite

4MFLO - Concentrado de milho floculado+ 4 litros de sucedâneo de leite

4MGR - Concentrado de milho grosso + 4 litros de sucedâneo de leite

6MFI - Concentrado de milho fino + 6 litros de sucedâneo de leite

6/4MFI - Concentrado de milho fino + 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias de vida e 4 litros até o desaleitamento

ALT – Alanina aminotransferase

AST – Aspartato aminotransferase

LDH – Lactato desidrogenase

ALP – Fosfatase alcalina

GGT – Gama glutamiltransferase

PPT – Proteínas plasmáticas totais

ALB – Albumina

AGV – Ácidos graxos voláteis

GH – Hormônio do crescimento

IGF -1 – Fator de crescimento semelhante a insulina

AGV – Ácido graxo volátil

Acetil – CoA – Acetil coenzima – A

A:G – Relação albumina/globulina

PC – Piruvato carboxilase

PEPC – Fosfoenolpiruvato carboxiquinase

ANOVA – Análise de Variâncias

SNK – Student – Newman – Keuls

BUN – Nitrogênio ureico sanguíneo

RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos de cinco protocolos alimentares sobre o perfil bioquímico relacionado ao desempenho foram utilizados 30 bezerros machos, da raça holandesa, alimentados com: **4MFI** – concentrado de milho fino + 4 Litros de sucedâneo de leite; **4MFLO** – milho floculado+ 4 litros; **4MGR** – milho grosso + 4 litros; **6MFI** – milho fino + 6 litros; **6/4MFI** – milho fino + 6 litros até 30 dias de idade e 4 litros até o desaleitamento que foi realizado abruptamente aos 60 dias. Análises bioquímicas de enzimas, metabólitos, proteínas e minerais foram realizadas. A ingestão de maior quantidade de sucedâneo de leite não causou prejuízos ao consumo de concentrado e o grupo 6MFI teve maior ganho de peso que os grupos 4MFI e 6/4MFI. O ganho de peso foi semelhante entre os grupos de avaliação da granulometria do milho, mas o milho floculado causou maior redução do pH do rúmen. O milho fino e o milho grosso permitiram melhor ambiente rumenal, com maior pH. A diminuição da quantidade de leite fornecida para o grupo 6/4MFI causou instabilidade no perfil bioquímico do grupo. O grupo 4MGR apresentou maior precocidade de desenvolvimento hepático, demonstrado pelos valores de mensuração da albumina e das transaminases.

Palavra chave: bezerro, perfil bioquímico, alimentação, sucedâneo de leite

ABSTRACT

To aim available the effects to five protocol food upon the metabolic profile and body weight gain were used thirty Holsteins calves fed: **4MFI** - ration fine corn + 4 Liters of Milk replacer; **4MFLO** – steam flaked corn + 4 liters; **4MGR** – grits corn + 4 liters; **6MFI** - fine corn + 6 liters; **6/4MFI** – fine corn + 6 liters until 30 days old and 4 liters until the weaned, that was held abruptly 60 days old. Biochemistry analyzer enzymes, metabolites, protein and minerals was conducted. Intake greater amount of milk replacer not harmed the ration intake and 6MFI had greater body weight gain than 4MFI and 6/4MFI. Body weight gain was resembling among groups to available the particle size, although flaked corn has triggered low pH rumenal. Fine corn and grits corn allowed better rumenal environment and greater pH. The lowest of milk replacer at 30 days for 6/4MFI triggered metabolic profile unstable. 4MGR showed greater early development liver, demonstrated by the values transaminases and albumin.

Key words: Calves, Biochemistry profile, feed, milk replacer

1. INTRODUÇÃO

A criação de bezerras é fundamental para o sucesso da atividade leiteira, uma vez que esta categoria irá compor o rebanho futuro de produção de leite. Por conseguinte, é fator de alto impacto no desempenho econômico de uma propriedade. Segundo Davis e Drackley (1998), bezerros mal manejados não significam apenas perdas por morte, mas também menores taxas de ganho de peso, maior incidência de doenças, aquisição de animais para compor rebanho, aumento da idade ao primeiro parto, perdas de produção de leite futuras, dentre várias outras perdas econômicas. Taxas indesejáveis de mortalidade são observadas nesta categoria na maioria dos rebanhos. Em Minas Gerais foi encontrado um índice de mortalidade de 14,5% (Frois et al. 1994), relacionado à alimentação inadequada, falhas no manejo e problemas sanitários. As causas de morte em bezerros são multifatoriais e podem ser influenciadas pelo tamanho do rebanho, manejo do colostro e do aleitamento, pela idade de acesso ao concentrado e pelo desaleitamento (Neto et al., 2004). A susceptibilidade às diversas doenças é determinada pela interação entre agente, fatores ambientais e nutrição (Davis e Drackley, 1998).

Tradicionalmente, tem-se fornecido quantidade restrita de leite aos bezerros numa tentativa de aumentar o consumo de concentrado, ganho de peso e, conseqüentemente, adiantar o desaleitamento (Drackley, 2011). Além disso, alguns criadores acreditam que uma grande ingestão de leite provocaria diarreia nos bezerros. Assim, o fornecimento de quatro litros de leite diariamente aos bezerros é prática comum nas fazendas. No entanto, esta quantidade é bem inferior ao que o animal iria ingerir se fosse mantido em tempo integral com

a mãe, o que chega a ser 16 a 24% do seu peso vivo, ou seja, 6-8 litros de leite por dia (Hafez e Lineweaver, 1968 citado por Drackley, 2011; Woodford et al., 1987; Jasper e Weary, 2002). Estudos já demonstraram que uma dieta restrita diminui as taxas de ganho de peso e que animais ingerindo maior quantidade de leite apresentam uma maior eficiência alimentar (Woodford et al., 1987; Albright e Arave, 1997; Jasper e Weary, 2002).

O desenvolvimento do rúmen ocorre pela ação dos ácidos graxos voláteis (AGV's), que são produtos da fermentação do amido pelas bactérias. A contínua presença destes metabólitos estimula o desenvolvimento estrutural e absorptivo da mucosa rumenal (Sander, et al. 1959; Sutton et al., 1963a). Assim, é razoável afirmar que a dieta sólida é que favorece o desenvolvimento do rúmen, tanto fisicamente como em população bacteriana (Drackley, 2008). Foi demonstrado que não só o teor do concentrado contribui para o desenvolvimento do rúmen como também o tamanho das partículas, ou seja, sua granulometria. Para o desenvolvimento da musculatura do rúmen demonstrou-se que partículas maiores estimulam o aumento da estrutura e favorecem a função das papilas rumenais, por exercer um estímulo mecânico sobre a mucosa (Davis e Drackley, 1998; Coverdale, et al. 2004). Além disso, um concentrado composto de milho finamente moído pode levar à queratinização das papilas (paraqueratose), diminuindo a absorção de AGV's (Hinders e Owen, 1965; Greenwood et al., 1997). Warner e colaboradores (1973), citados por Bittar et al., (2009), recomendaram que pelo menos 50% das partículas da dieta tenham diâmetro maior que 1,19 mm.

Contrariamente, o milho inteiro, sem passar por processamento, possui uma digestibilidade muito baixa (Zinn et al., 2002). Neste aspecto, o milho floculado seria uma alternativa interessante, uma vez que o tamanho da partícula é favorável nesta apresentação (Davis e Drackley, 1998). Além disso, quanto maior a exposição do amido do milho, maior é a fermentação bacteriana e, conseqüentemente, maior a produção de AGV's (Beharka et al., 1998). No entanto, alguns autores não encontraram correlação entre o desempenho dos bezerros e a granulometria do concentrado (Beharka et al., 1998, Franklin et al., 2003; Ziegler et al., 2006; Bittar et al., 2009).

Animais consumindo dietas diferentes apresentam diferentes condições metabólicas mesmo que o ganho de peso total seja similar (Savage e McCay, 1942). O perfil bioquímico fornece importantes informações sobre as principais vias metabólicas relacionadas com energia, proteínas e minerais, além da funcionalidade de órgãos vitais, como o fígado e rim (Wittwer et al., 2000) e pode, desta forma, subsidiar a avaliação do estado nutricional dos bezerros. Sendo assim, o ganho de peso, por si só, não esclarece o quanto o animal está ganhando ou perdendo em termos metabólicos.

Levando-se em consideração os aspectos acima, este trabalho teve por objetivo avaliar o perfil metabólico, por meio do perfil bioquímico, e o ganho de peso de bezerros até os 90 dias de idade, alimentados com diferentes quantidades de sucedâneo de leite e concentrado de milho em diferentes processamentos, desaleitados aos 60 dias de vida.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Desenvolvimento dos pré- estômagos dos bezerros

Ao nascimento, os bezerros apresentam os pré-estômagos rudimentares tanto anatômica quanto fisiologicamente (Sander, 1959). Nesta fase, os recém-nascidos têm um tipo de digestão predominantemente enzimática, da mesma forma que animais não ruminantes e o abomaso, que é o compartimento secretório (glandular), é o maior dos compartimentos, representando, proporcionalmente, 50% de todo o peso dos estômagos. À medida que o bezerro se desenvolve, esta proporção se altera, de forma que, entre 12 e 16 semanas de vida, o abomaso representa apenas 15% do peso dos estômagos e o retículo-rumen representa 67% (Davis e Drackley, 1998).

Na primeira fase da vida do bezerro, quando ele ainda é um pré-ruminante, ou seja, nas primeiras duas ou três semanas, a ingestão de dieta sólida é irrisória e o rúmen ainda não apresenta microbiota fermentadora e epitélio capazes de degradar e absorver amido. Assim, nesta fase o leite é a principal fonte de nutrientes capaz de ser digerida e absorvida. No abomaso, é observada uma alta atividade de proteases, principalmente quimosina e pepsina, que auxiliam, respectivamente, na formação do coágulo e digestão de polipeptídios. No intestino delgado, a carbohidrase predominante é a lactase e uma baixa atividade de maltase e amilase é observada (Drackley, 2008). Durante este período, os bezerros têm uma limitada tolerância à quantidade e ao tipo de nutriente que pode ser utilizado na dieta (Marshall e Smith, 1970). À medida que a ingestão de alimento sólido ocorre, é observada uma progressão no desenvolvimento do

compartimento retículo - rumenal. Esta segunda fase, que é a fase de transição, inicia-se quando o bezerro começa a ingerir concentrado e termina quando ele é desaleitado, momento em que ocorre maior aproveitamento de nutrientes do leite e também dos carboidratos do concentrado. Ao desaleitamento o bezerro inicia sua fase de ruminante, quando ele dependerá da fermentação bacteriana dos carboidratos para suprir seus requisitos de energia e da biomassa microbiana para os requisitos de aminoácidos (Drackley, 2008). É observado um desenvolvimento e crescimento acelerados do retículo-rumen a partir da 3^o ou 4^o semanas de vida, coincidindo com o aumento do consumo de dieta sólida e produção de AGV's (Kesler et al., 1951).

Estudos sobre digestão nos ruminantes iniciaram em 1777 em Edimburgo (Savage e McCay, 1942) e, desde então, várias pesquisas vêm sendo feitas na tentativa de uma melhor compreensão da dinâmica do desenvolvimento rumenal e dos fatores que a influenciam. Existem evidências de que a dieta exerce muito mais influência sobre o desenvolvimento do rúmen quanto à capacidade de absorção de ácidos graxos voláteis do que a idade, afetando tanto a taxa de crescimento quanto de maturação do trato gastrointestinal (Sutton et al., 1963a). Flatt et al. (1958) observaram um incremento no desenvolvimento de papilas rumenais ao administrar sais de ácidos graxos de cadeia curta (ácido acético, propiônico e butírico) intra-rumenal. O mesmo não foi observado ao administrar materiais inertes (como esponjas de plástico, por exemplo) e este trabalho demonstrou que “produtos finais da fermentação no rúmen, em vez de produtos de natureza grosseira são o estímulo para desenvolvimento das papilas rumenais”. A dieta sólida não só

aumenta a capacidade absorptiva como também aumenta o desenvolvimento estrutural do rúmen, determinado pelo crescimento papilar. Segundo Sutton et al, (1963a) os AGV's exercem efeito sobre o desenvolvimento estrutural e absorptivo do rúmen por estimular a atividade metabólica da mucosa. Porém, alguns autores observaram que bezerros alimentados apenas com leite e com administração de materiais inertes, apresentaram aumento no peso dos estômagos sem desenvolvimento papilar, demonstrando um efeito mecânico do alimento sobre o desenvolvimento da musculatura do retículo-rumen (Flatt, *et al.* 1958).

A velocidade de absorção dos AGV's ocorre de maneira diferente, sendo que o butirato é o primeiro a ser absorvido, seguido pelo propionato e, posteriormente o acetato (Gray, 1947). Costa e colaboradores, (2008), realizaram um trabalho em que mantiveram bezerros apenas em dieta líquida, sem acesso ao concentrado, com infusões diárias de soluções contendo propionato, lactato ou butirato. Eles observaram que todos os AGV's estimulam o desenvolvimento rumenal, porém o butirato foi o maior estimulador da massa rumenal e o propionato, responsável pelo crescimento fisiológico de papilas metabolicamente ativas. Resultados semelhantes já haviam sido observados por Sander et al. (1959) e Tamate et al. (1962), em que butirato e propionato demonstraram ser mais estimuladores do desenvolvimento papilar que o acetato. De acordo com Sander et al. (1959), estes AGV's são mais estimuladores por apresentarem um metabolismo intenso na parede do rúmen e, assim, o crescimento papilar está relacionado com o grau de atividade fisiológica e bioquímica destes AGV's ao atravessarem o

epitélio rumenal. Segundo Davis e Drackley, (1998), butirato e propionato estimulam o crescimento do epitélio rumenal por serem metabolizados durante sua absorção.

Além de apresentar influência sobre a musculatura da parede rumenal, o tamanho da partícula do concentrado determina o valor abrasivo da dieta, sendo que rações de diferentes tamanhos de partículas podem resultar em diferentes graus de queratinização do epitélio da parede rumenal. A contração rumenal faz com que finas partículas da digesta fiquem aderidas na parede entre as papilas, o que pode levar a lesões no epitélio rumenal, ao passo que partículas maiores deslizam sobre a superfície (Greenwood, et al., 1997). Segundo Hinders e Owen, (1965), células queratinizadas são grandes barreiras para a absorção de moléculas do rúmen, não sendo favorável a utilização de concentrado com granulometria muito fina na dieta.

O fornecimento de forragem tem efeito positivo sobre o desenvolvimento da musculatura do rúmen e seria uma alternativa para aumentar a quantidade de fibras da dieta e diminuir a queratinização (Tamate et al., 1962), porém, é observada baixa taxa de fermentação e maior produção de ácido acético em detrimento ao ácido propiônico, determinando um menor desenvolvimento de papilas rumenais em dietas com utilização de feno (Nocek, et al. 1984). De acordo com Davis e Drackley (1998), o tamanho é mais importante que o conteúdo da fibra do concentrado. Desta forma, rações com granulometria maior seriam uma alternativa para um melhor desenvolvimento muscular e papilar do rúmen e também têm efeitos positivos sobre a diminuição do índice de queratinização do epitélio.

Ao longo do desenvolvimento rumenal, uma variação no pH é observada, demonstrando que a absorção de AGV's ocorre em pH ácido e pouca ou nenhuma absorção ocorre em pH alcalino (maior ou igual a 7,5) (Gray, 1947). A taxa de absorção de AGV's é dependente da concentração de AGV's e do desenvolvimento rumenal. Silper (2012) observou uma variação do pH de acordo com a idade, sendo que os menores valores foram vistos aos 45 e 75 dias de vida e isso foi relacionado com o aumento na ingestão de concentrado nestas idades.

O consumo de concentrado é fundamental para que o bezerro passe pela transição de pré-ruminante à ruminante funcional (Coverdale, et al., 2004). A contínua presença de AGV's faz com que a parede do rúmen se desenvolva e o atrito do alimento no rúmen estimula o crescimento e desenvolvimento muscular. Um bom desenvolvimento rumenal é fundamental para que o bezerro se torne um ruminante funcional e seja capaz de utilizar, eficientemente, fontes de nutrientes que não o leite para se manter, o que torna a fase de transição uma fase muito crítica na vida do bezerro.

2.2 Fornecimento de dieta líquida

Ao nascimento, os bezerros dependem exclusivamente dos nutrientes do leite para suprir suas demandas de energia, proteína, vitaminas e minerais. À medida que o bezerro se desenvolve e inicia a ingestão de concentrado, a dependência por nutrientes do leite diminui, porém, ele ainda é um alimento importante para o crescimento, desenvolvimento e funcionamento do sistema imune do animal. Um bom programa de fornecimento de dieta líquida é aquele que garante nutrientes suficientes para

as demandas de manutenção, crescimento e ganho de peso adequados.

Numa tentativa de aumentar o consumo de concentrado precocemente e por razões econômicas, é prática comum a separação do bezerro da mãe ao nascimento e o fornecimento de quantidade restrita de leite a partir de então. Outro motivo para a adoção de protocolo alimentar restrito é que alguns produtores acreditam que a ingestão de grande quantidade de leite poderia causar diarreia nos bezerros (Jasper e Weary, 2002). Além disso, por ser o leite o produto vendável de maior valor na fazenda, o fornecimento restrito seria uma alternativa para diminuir os custos com a dieta (Davis e Drackley, 1998). Por todos estes motivos, historicamente, tem-se fornecido aos bezerros 4 litros de leite diariamente, divididos em duas refeições (dieta convencional) até a desmama. Estudos de comportamento já comprovaram que esta quantidade de leite fornecida é bem inferior ao que o bezerro iria ingerir se fosse fornecido leite à vontade, o que chega a ser entre 16-24% do seu peso vivo inicial, ou seja, 6 a 8 litros de leite em 7-10 refeições diárias (Friend e Dellmeier, 1988; Hammell et al., 1988; Appleby et al. 2001; Albright e Arave, 1997, citados por Jasper e Weary, 2002).

A dieta convencionalmente praticada fornece energia que suporta a manutenção e um pequeno crescimento, aquém do ideal (Marshall e Smith, 1970). Segundo Drackley (2011), a energia metabolizável necessária para manutenção é de 1,75 Mcal/dia para um bezerro de 45 Kg. Como o leite fornece 5,37 Mcal/Kg de sólidos totais, um bezerro de 45 Kg necessita de 325g de sólidos de leite ou 2,6 Kg de leite total apenas

para satisfazer as demandas de manutenção e uma quantidade maior ainda quando se trata de sucedâneo de leite, que tem menor valor energético. O volume de 4 litros de leite fornece nutrientes apenas para manutenção e ganho de 200 a 300 g/dia em condições termoneutras (15 a 25°C) (Huber et al., 1984; Davis e Drackley, 1998). O ganho de peso para bezerros ingerindo leite à vontade pode chegar a 1 kg/d (Davis e Drackley, 1998). Jasper e Weary (2002) observaram uma vantagem de 10,5 kg de ganho de peso em um grupo de bezerros até os 63 dias de idade alimentados com leite à vontade sobre o grupo alimentado convencionalmente.

Os bezerros apresentam eficiência de conversão alimentar menor que os filhotes de outras espécies. Enquanto cordeiros e suínos convertem 1,6 e 1,2 Kg de alimento ingerido, respectivamente, em 1 Kg de ganho de peso, os bezerros necessitam em torno de 2,4 Kg de alimento ingerido/ Kg de peso ganho. Esta baixa eficiência alimentar ocorre porque os bezerros apresentam uma alta necessidade de energia metabolizável para manutenção (1,75 Mcal/dia para um bezerro de 45 Kg). Assim sendo, o fornecimento de maior quantidade de leite aos bezerros aumenta a eficiência de conversão alimentar uma vez que ocorre uma diluição do custo de energia para manutenção (Davis e Drackley, 1998).

Existe uma modulação do eixo somatotrófico pela nutrição. Um bom manejo alimentar dos bezerros, fornecendo nutrientes acima dos requerimentos de manutenção (principalmente proteína), é importante para um desenvolvimento ótimo do sistema GH/IGF -1 (hormônio do crescimento e fator de crescimento semelhante a insulina, respectivamente), que tem efeitos em curto e

longo prazos na saúde e na produtividade do animal (Smith et al.,2002). Animais alimentados com maior quantidade de leite tendem a ter índices produtivos e reprodutivos melhores, com desenvolvimento e crescimento mais acentuados (maior altura de cernelha), maior precocidade e um incremento na produção de leite (Bar-Peled et al.,1997). Segundo Soberon et al. (2012), o desempenho por toda a vida do animal é influenciado pelo desenvolvimento em idades mais tenras e pode ser manipulado por meio da nutrição. Não se sabe até que período de tempo as bezerras são sensíveis a esta manipulação, mas pode-se afirmar que os cuidados com a nutrição devem iniciar imediatamente após o nascimento.

A nutrição também exerce um efeito intenso sobre a resposta imune do animal. Khan et al. (2007b) observaram uma resposta imune melhor, com maiores títulos de IgA e IgG em grupos de bezerros alimentados com maior quantidade de leite em comparação ao grupo alimentado convencionalmente . Segundo Woodward (1998), a nutrição é crítica para a determinação da resposta imune, sendo que a energia e a proteína da dieta influenciam sobremaneira a imunidade celular, produção de citocinas, sistema complemento e fagocítico e título de anticorpos. Nos programas de aleitamento com dieta líquida restrita, os piores efeitos da desnutrição sobre o sistema imune do animal são observados nas fases iniciais, quando o animal depende exclusivamente do leite para suprimento de requisitos energéticos e proteicos. Isso pode aumentar o índice de morbidade e mortalidade dos bezerros nesta fase (Woodward, 1998).

Alguns estudos demonstraram que animais que ingerem leite à vontade têm menor consumo de concentrado (Huber et al., 1984; Jasper e Weary, 2002). Como o desenvolvimento do rúmen está diretamente relacionado com a ingestão de concentrado (Coverdale, et al., 2004), conseqüentemente, poderia ocorrer um desenvolvimento rumenal mais tardio, levando a uma queda de desempenho pós-desmama (Baldwin et al. 2004). No entanto, estudos demonstraram que no período pré-desmama, ou seja, período em que se diminui a quantidade de leite fornecida numa preparação para a desmama, o consumo de concentrado dos grupos aleitados convencionalmente ou com leite à vontade se igualou, assim como no período da desmama (Jasper e Weary, 2002; Kanh et al, 2007a).

Assim, pesquisadores buscam alternativas que levem a uma dieta equilibrada, ou seja, que não seja restrita e que, por outro lado, não tenha influência sobre o consumo de concentrado no período de aleitamento. Uma opção seria o programa alimentar do tipo *Step down* (Kanh et al, 2007; Kanh et al, 2007b), que consiste em fornecer leite numa taxa de 20% do peso vivo (PV) até os 25-30 dias, diminuindo esta taxa para 10% PV até a desmama. Este manejo alimentar leva em consideração o fato de que a ingestão de alimento sólido é muito pequena, chegando a ser negligenciável nas primeiras duas semanas de vida, independente da quantidade de leite fornecida e aumenta progressivamente (Jasper e Weary, 2002; Khan et al., 2007a;). Kahn et al. (2007a) observaram um desempenho melhor em bezerros criados em *Step down* que em bezerros criados convencionalmente, com maior consumo de alimento sólido após o *Step* e após a desmama,

maior ganho de peso e maior ingestão de matéria seca total. Khan et al. (2007b) observaram maior produção de AGV's e maior concentração de betahidróxido butirato (βHB) à desmama e após a desmama nos bezerros em *Step down*, além de maior peso dos pré-estômagos e desenvolvimento papilar e maiores títulos plasmáticos de IgA e IgG.

A incidência de diarreia associada com alta ingestão de leite não tem sido evidenciada e os pesquisadores afirmam que ela está mais relacionada com aspectos higiênico-sanitários e de manejo do que com a nutrição (Wise e LaMaster, 1968, Huber, et al.,1988; Jasper e Weary, 2002; Khan et al., 2007a).

2.3 Perfil metabólico

Metabolismo vem do grego *metabole* e significa troca, mudança. Segundo Beitz e Allen (1984), metabolismo é a soma de reações anabólicas e catabólicas que ocorrem em um organismo vivo, relacionadas à utilização dos nutrientes. Segundo Kaneko et al. (2008), é o mecanismo bioquímico pelo qual a energia contida nos alimentos é transformada em energia utilizável pelo animal e engloba desde o momento da ingestão do alimento, seu metabolismo final e a excreção.

O perfil metabólico fornece informações sobre as principais vias metabólicas relacionadas com energia, proteínas e minerais, além da funcionalidade de órgãos vitais, como o fígado e rins (Wittwer et al., 2000). Pode indicar o estado nutricional de um rebanho, bem como sua susceptibilidade a desenvolver algum tipo de doença metabólica, uma vez que revela

precocemente alterações (Payne, 1971). Em 1970, Payne e colaboradores iniciaram um extenso trabalho com vacas em diferentes categorias de produção no qual exames de bioquímica clínica foram realizados com o objetivo de monitorar a saúde das vacas, diagnosticar precocemente problemas metabólicos e doenças relacionadas à produção e identificar animais metabolicamente superiores. Neste trabalho, foram observadas diferenças entre os perfis dos exames em animais alimentados com diferentes tipos de dietas. Estes autores definiram o perfil metabólico como “um teste para monitorar o estado metabólico de rebanhos leiteiros e avaliar a adequação da dieta à sua produção”. Aplicando o conceito na criação de bezerros, o perfil metabólico seria uma avaliação do estado nutricional e também do desenvolvimento e crescimento dos animais.

Desde o nascimento até alcançar a desmama os bezerros apresentam três fases metabólicas diferentes: quando nascem são semelhantes aos não ruminantes, passam a pré-ruminantes e posteriormente a estritamente ruminantes. Nestas fases, ocorrem mudanças fisiológicas principalmente no trato gastrointestinal e fígado determinando um perfil bioquímico sanguíneo variável ao longo do desenvolvimento (Quigley et al., 1991; Hayashi et al., 2006; Jezek et al., 2006).

Mudanças na concentração de vários constituintes sanguíneos podem estar relacionadas ao desenvolvimento de órgãos, início da atividade de algumas enzimas específicas ou adaptação a um novo ambiente (Thrall, 2004).

2.3.1 Metabolismo de Nutrientes

As mudanças no tipo de degradação e absorção dos alimentos que ocorrem devido ao desenvolvimento dos pré-estômagos, fermentação de carboidratos e absorção de ácidos graxos voláteis (AGV's), afetam o metabolismo dos bezerros (Davis e Drackley, 1998). No intestino delgado dos pré – ruminantes é observada uma alta atividade de lactase, que é responsável por hidrolisar a lactose do leite. Nesta fase, este é o único carboidrato que pode ser aproveitado, uma vez que as outras carboidrases apresentam baixa atividade (Davis e Drackley, 1998). Até as duas primeiras semanas de vida, quando o consumo de concentrado é irrisório, o leite é a principal fonte de carboidratos. A glicose, proveniente da degradação da lactose pela lactase é absorvida no intestino e catabolizada pelo fígado. Com o estabelecimento da microbiota fermentadora no rúmen, outros carboidratos poderão ser aproveitados, como o amido e a celulose, por meio de fermentação microbiana, com produção de AGV's. Assim, em idades mais tenras, o fígado dos bezerros tem um metabolismo do tipo glicolítico, visto que existe disponibilidade de glicose, que é proveniente da absorção intestinal. Ao se tornar um ruminante, o bezerro passa a ter um metabolismo hepático do tipo gliconeogênico, que transforma os AGV's, principalmente o propionato em glicose (Hayashi et al., 2006).

No fígado, a primeira via catabólica da glicose é a glicólise, cujo produto final é o piruvato. Este por sua vez sofre descarboxilação e desidrogenação para formar acetil-coenzima-A (acetilCoA) e dióxido de carbono (CO₂). A acetilCoA transfere seu grupo acetil para o oxaloacetato, formando o citrato para iniciar, assim, o ciclo do ácido cítrico (Figura 1). No

ciclo do ácido cítrico, assim como na glicólise ocorre a produção de elétrons que são transportados pelas moléculas transportadoras de elétrons, NADH e FADH₂ para as mitocôndrias, onde entrarão na cadeia respiratória. Nesta última fase do metabolismo energético, ocorre a fosforilação oxidativa, ou seja, a transferência de elétrons para o oxigênio, que é reduzido até formar água. No processo de transferência de elétrons uma grande quantidade de energia é produzida e armazenada na forma de moléculas de ATP (Nelson e Cox, 2011). Existe uma forte interação entre as vias metabólicas de carboidratos, lipídeos e proteínas. As vias catabólicas dos subprodutos da quebra da gordura e das proteínas entram numa via metabólica comum (Kaneko et al., 2008), sendo que a oxidação de todos os nutrientes para obtenção de energia metabólica segue diferentes cursos que culminam com a produção de acetil-CoA, o qual será utilizado como combustível no ciclo do ácido cítrico (Figura 1).

A digestão das proteínas ocorre no abomaso e no intestino delgado, independente da idade do bezerro, sendo que o perfil de proteínas que são digeridas se modifica ao longo do desenvolvimento e crescimento dos bezerros. Ao nascimento, as proteínas da dieta são provenientes do leite. Com o desenvolvimento da microbiota rumenal, a fonte protéica é proveniente dos microorganismos presentes na digesta e também de proteínas da dieta que passam direto ao abomaso sem serem utilizadas pelos microorganismos (Hayashi et al., 2006). Ao sofrer hidrólise enzimática, as ligações peptídicas se rompem, os aminoácidos são absorvidos pelos capilares das microvilosidades e levados até o fígado. Nos hepatócitos, os aminoácidos perdem o seu grupamento amino e

os α – cetoácidos formados podem ser oxidados em compostos que entrarão no ciclo do ácido cítrico: acetil – CoA, succinil – CoA, fumarato, α – cetoglutarato e oxaloacetato (Nelson e Cox, 2011). O grupamento amino proveniente da oxidação dos aminoácidos tem dois destinos: ser reutilizado para biossíntese de aminoácidos, nucleotídeos e aminas ou ser metabolizado até ureia e excretado (Nelson e Cox, 2011). Hayashi et al., (2006) observaram que concentrações de α -amino-N e Ureia-N aumentam após a desmama e justificaram que isso pode ser devido ao estabelecimento do ciclo da ureia entre a saliva e a absorção no rúmen.

As vias catabólicas dos aminoácidos têm pouca participação na produção total de energia, com uma atividade inferior à dos carboidratos e ácidos graxos e são utilizadas quando as fontes de energia da dieta estão escassas ou em casos de subnutrição (Nelson e Cox, 2011). No caso dos ruminantes, as proteínas e também o nitrogênio não proteico são fontes de nitrogênio para a reprodução e produção das proteínas dos microorganismos que, por sua vez, são fontes de proteínas para os animais (Davis e Draskley, 1998).

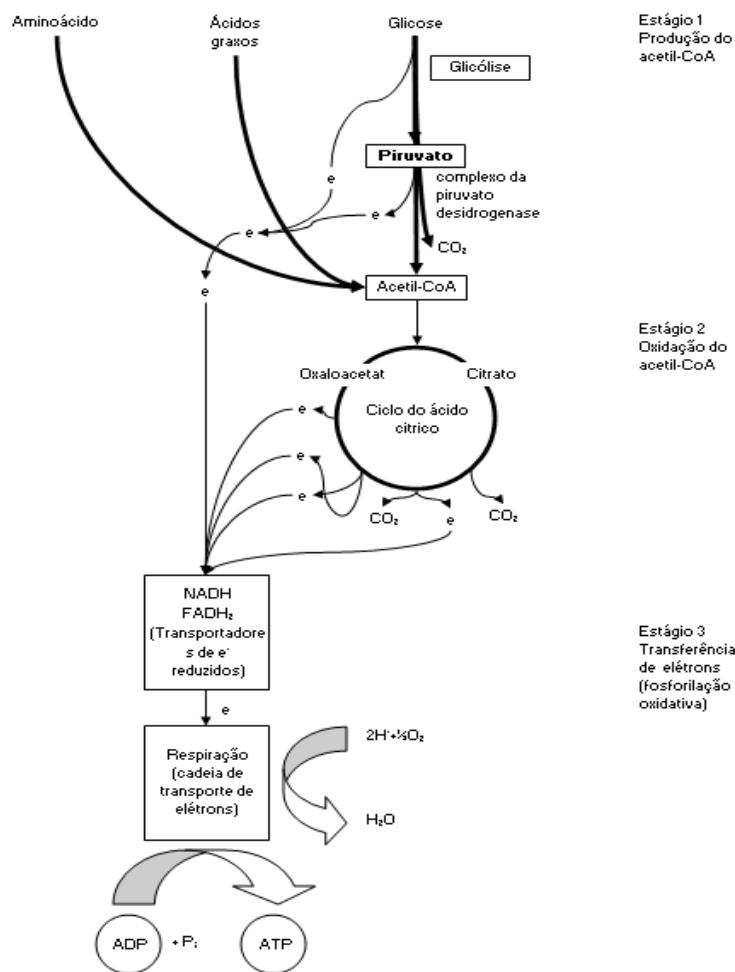


Figura 1 – Catabolismo de proteínas, gorduras e carboidratos nos três estágios da respiração celular. Adaptado de Nelson e Cox, (2011) e Kaneko et al., (2008).

Os ácidos graxos representam uma fonte de energia muito importante para os bezerros não ruminantes e pré-ruminantes. A digestão dos lipídeos do leite inicia-se na boca, pela ação da esterase pré – gástrica (lipase salivar), cuja ação continua no abomaso. Neste órgão não existem lipases e toda ação lipolítica que ocorre é devida à esterase pré-gástrica que ainda permanece ativa. No intestino delgado é a lipase pancreática que faz a hidrólise dos triglicerídeos em ácidos graxos livres, glicerol, mono e diacilgliceróis, que são absorvidos para o interior das células da mucosa intestinal (Davis e Drackley, 1998). Dentro destas células, ocorre a reconversão em triacilgliceróis, que são agrupados com o colesterol da dieta e proteínas específicas, formando os quilomícrons. Este agregado lipoproteico vai para a corrente circulatória ou linfática pelas quais é levado para os tecidos específicos: no tecido adiposo são reesterificados e armazenados e no músculo, são oxidados para a obtenção de energia. A via catabólica do ácido graxo, a β – oxidação, ocorre na mitocôndria das células, numa sequência de reações que têm como produto final o acetil – CoA, que é utilizado como combustível no ciclo do ácido cítrico, como já mencionado anteriormente. Nos bezerros ruminantes, cuja ingestão e digestão de gorduras são limitadas, a produção de ácidos graxos ocorre no fígado a partir do acetato produzido pela microbiota rumenal (Swenson e Reece, 1996).

2.3.2. Componentes sanguíneos do perfil bioquímico

Desde o nascimento, são observadas mudanças no perfil endócrino, metabólico e hematológico dos bezerros. As primeiras horas de vida são críticas, sendo que as mudanças fisiológicas são

acentuadas e a demanda energética, muito alta. Mudanças nas concentrações de vários constituintes sanguíneos podem estar relacionadas com a maturidade dos órgãos, início da atividade de enzimas específicas e adaptações fisiológicas (Kurz e Willett, 1991). Pesquisas têm demonstrado que existem consideráveis diferenças entre bezerros mantidos sob diferentes manejos e diferentes tipos de dieta (Egli e Blum, 1998). Assim, as análises bioquímicas podem ser utilizadas para avaliação do estado metabólico e do estado de saúde dos animais (Jezek et al., 2006).

Proteína plasmática total (PPT)

A maior parte das proteínas plasmáticas é sintetizada no fígado, com exceção das imunoglobulinas, que são produzidas pelos linfócitos B (O’Connell et al., 2005). A albumina corresponde à maior fração proteica do plasma, que é composto também por outras proteínas tais como imunoglobulinas, fibrinogênio, proteínas de fase aguda, proteínas transportadoras e hormônios (Kaneko et al., 2008). As proteínas plasmáticas dos bezerros podem sofrer variação por diversos fatores, dentre eles os mais importantes são a idade e a ingestão de colostro. Ao nascimento os bezerros apresentam uma baixa concentração de PPT, que aumenta significativamente com a ingestão de colostro, devido à absorção intestinal de macromoléculas (Hammon et al., 2002; Leal et al., 2003). Alterações nas 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). A concentração de proteínas é alta nas primeiras semanas de vida em razão da ingestão de colostro e absorção de IgG no intestino (Jezek et al., 2006).

A concentração das PPT's pode ser influenciada hormonalmente. Os hormônios de ação anabólica como, por exemplo, o hormônio do crescimento e os hormônios sexuais (progesterona e testosterona) provocam elevação das PPT's. Os hormônios catabólicos como a tiroxina, por outro lado provocam abaixamento das PPT's. Assim, animais mais velhos apresentam menores valores de PPT's que animais jovens (Fayos et al., 2005)

Albumina

A albumina é a proteína mais abundante do plasma sanguíneo, correspondendo a cerca de 50% das proteínas totais. Como é sintetizada no fígado a partir de aminoácidos da dieta, pode ser modificada pela quantidade e qualidade de proteína da alimentação fornecida. Além disso, é uma proteína funcional que participa de inúmeras reações (Contreras, 2000) e é também responsável pela pressão oncótica do plasma e pelo transporte de vários íons e moléculas (Fagliari et al., 1991). Outra função da albumina é prover aminoácidos para o *turnover* de proteínas dos tecidos periféricos. Uma vez que as proteínas ingeridas em excesso serão metabolizadas e entrarão nas vias comuns de oxidação do acetil CoA, é necessário que se tenha uma fonte de disponibilidade rápida de aminoácidos para a renovação (turnover) das proteínas periféricas. Sendo a albumina muito abundante, é ela esta fonte de aminoácidos. O turnover da albumina, que é representado pela sua meia vida, é variável entre as espécies e está

em torno de 16,5 dias em bovinos adultos (Kaneko et al., 2008).

Hiperproteinemia pode ser observada por aumento de albumina, globulinas ou ambas. Porém, a hiperalbuminemia só ocorre em caso de desidratação (Cray et al., 2009). O aumento de proteínas plasmáticas na ausência de desidratação pode ser indicativo de hiperglobulinemia (Russel e Roussel, 2007). Já a hipoalbuminemia é observada em processos inflamatórios, visto que a albumina é uma proteína de fase aguda negativa (Cray et al., 2009). 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 (Van Saun, 2000).

Após o nascimento, Kurz e Willett (1991) e Egli e Blum (1998) observaram uma diminuição da albumina até às 24 horas de vida, possivelmente como um resultado de hemodiluição, devido a ingestão de colostro. O aumento concomitante das proteínas totais é devido à grande absorção de imunoglobulinas colostrais.

Globulinas

As globulinas fazem parte das proteínas plasmáticas totais e são constituídas pelas frações α , β e γ . As γ -globulinas são compostas pelos anticorpos e as demais, por uma variedade de outras proteínas (amilóide A, haptoglobina e fibrinogênio, por exemplo) (Kaneko *et al.*, 2008). Nos primeiros dias de vida do bezerro a maior parte das imunoglobulinas encontrada no soro é de origem da imunidade passiva, conferida pelo colostro. A relação entre albumina e globulinas no plasma se mantém constante. Desta forma, um valor estimado de globulinas é a diferença entre o valor de

proteínas plasmáticas totais e o valor de albumina (Russel e Roussel, 2007).

Relação Albumina:Globulina (A:G)

A relação Albumina:Globulina auxilia muito na interpretação do perfil proteico. Enquanto o perfil proteico fornece os valores absolutos das proteínas, a relação **A:G** fornece uma avaliação de quadros de disproteinemias. Mudanças na relação A:G frequentemente são os primeiros sinais de discrasia proteica (Kaneko et al., 2008). De uma forma geral, a classificação das disproteinemias pode ser realizada da seguinte forma, segundo (Kaneko et al., 2008):

A:G Normal em animais com hiperproteinemia

Uma relação A:G normal pode ser observada em animais em estado de desidratação, uma vez que todas as frações estão aumentadas, inclusive albumina, proporcionalmente.

A:G Normal em animais com hipoproteinemia

Em casos de superidratação por excesso de fluidoterapia ou ingestão de água, a relação A:G pode estar aparentemente normal. Como os animais estão com hemodiluição e menor concentração sanguínea, as frações protéicas estarão proporcionalmente na mesma concentração.

A:G diminuída em animais com diminuição de albumina

A diminuição da albumina pode ser devida a perdas de albumina por doenças renais, parasitemia ou doença intestinal ou pela diminuição de sua síntese por causa de doenças hepáticas. Por ser produzida exclusivamente no fígado, hipoalbuminemia é uma importante consequência de doenças hepáticas crônicas. Por causa da sensibilidade da produção de

albumina de acordo com a disponibilidade de nitrogênio, a diminuição da albumina precede o desenvolvimento de hipoproteinemia generalizada em dieta deficiente em proteína. Hipoalbuminemia também pode ser seguida por inflamações uma vez que é uma proteína de fase aguda negativa.

A:G diminuída em animais com globulinas aumentadas

Ocorre em animais com processo inflamatório agudo, no qual há uma grande produção de imunoglobulinas e proteínas de fase aguda. Ocorre também em síndrome nefrótica, gamopatias e linfomas. A ingestão de colostro também pode levar a diminuição da relação A:G devido a alta ingestão de imunoglobulinas.

A:G aumentada com perfil anormal por elevação da albumina

Hiperalbuminemia não ocorre em nenhum animal. Sempre que a albumina sérica estiver aumentada é devido à desidratação, ou seja, é uma hiperalbuminemia aparente.

A:G aumentada com perfil anormal por diminuição de globulinas

Essa situação pode ser observada em bezerros recém – nascidos que não mamaram colostro ou em bezerros com falha na transferência de imunidade passiva.

Lactato

Com o desenvolvimento do bezerro é observada uma queda significativa na capacidade hepática de metabolizar L-Lactato até glicose. (Donkin e Armentano, 1995). No entanto, a metabolização hepática de propionato até glicose não varia significativamente entre pré-ruminantes e ruminantes (Ballard and Oliver, 1965).

Segundo Anderson et al. (1987a, 1987b) o aumento da concentração de lactato sanguíneo inicialmente pode ser devido à produção de lactato no rúmen de bezerras na pré-desmama. No entanto, Quigley e Bernard (1992) e Hammon et al. (2002) não observaram efeito sobre os níveis sanguíneos de lactato relacionado com a dieta.

O lactato produzido pela microbiota rumenal é levado ao fígado, onde será metabolizado até piruvato. Este metabólito, portanto, é um importante precursor para gliconeogênese hepática. A enzima piruvato carboxilase catalisa a carboxilação do piruvato, formando oxaloacetato. Em bezerras, a atividade da piruvato carboxilase diminui com a idade, assim como o RNA mensageiro que a codifica. O lactato plasmático também diminui e, consequentemente, a gliconeogênese hepática a partir do lactato. Estas mudanças ocorrem principalmente após a desmama (Haga et al., 2008). Segundo Hayashi et al. (2006) a capacidade do fígado de realizar gliconeogênese a partir de lactato é 2-3 vezes maior em pré-ruminantes que em ruminantes. Donkin e Armentano (1995), observaram que a sensibilidade hepática ao propionato em bezerras independe da idade e que a gliconeogênese a partir do lactato apresenta uma diminuição significativa em animais ruminantes em comparação aos não-ruminantes. De acordo com estes autores, a gliconeogênese a partir do lactato foi aproximadamente 10 vezes maior em hepatócitos de pré-ruminantes que em ruminantes.

Glicose

A glicose é um componente sanguíneo que indica o metabolismo energético do animal

(Haida et al., 1996). Porém segundo Wittwer et al. (2000), deve-se ter critério na sua interpretação pois, o organismo mantém um forte controle hormonal e enzimático para manutenção da homeostase da glicose, o que faz com que a sua concentração sérica possa se encontrar constante independente da dieta.

Em idades iniciais os bezerras têm uma alta absorção de glicose intestinal, devido à ingestão de leite. Assim, é observada elevação da glicemia nestes animais logo após as refeições, semelhante aos monogástricos. À medida que o rúmen se desenvolve e o metabolismo de carboidratos vai sendo assumido pela microbiota rumenal, a produção de glicose passa a ocorrer no fígado, a partir do propionato e lactato. Hayashi e colaboradores (2006) observaram que os níveis plasmáticos de glicose em bezerras diminuíram significativamente após a desmama devido à mudança de um metabolismo primariamente glicolítico para um metabolismo gliconeogênico. Quigley et al. (1991) observaram que a concentração de glicose plasmática duas horas após a alimentação na primeira semana de vida é típica de animais não ruminantes, com valores em torno de 114,5 mg/dL, enquanto que às nove semanas de idade os valores diminuem para em torno de 76 mg/dL. Em outros trabalhos, foi observado que transportadores de glicose estão reduzidos após a desmama, assim como a leptina (Hayashi et al., 2004).

Os transportadores de glicose são proteínas transmembrana que facilitam o transporte da glicose para dentro das células. São denominados GLUT-1 (cérebro, eritrócitos, placenta, rins), GLUT-2 (fígado, células pancreáticas β , células da mucosa), GLUT-3 (cérebro), GLUT-4 (Músculo esquelético,

músculo cardíaco, adipócitos), GLUT-5 (intestino), GLUT-6 (não acessível), GLUT-7 (organelas celulares). Apenas o GLUT 4 é sensível à insulina, limitando assim, a movimentação da glicose em tecidos periféricos sensíveis à insulina (músculos e gordura). No fígado, a insulina se move livremente através da membrana plasmática dos hepatócitos. Segundo Stockham e Scott (2008) o cortisol reduz o número e a eficiência dos receptores GLUT-4, enquanto aumenta os receptores celulares a insulina, desencadeando um estado de insulina – resistência. Este hormônio eleva-se consideravelmente no período peri-parto e se mantém alto até o nascimento e é responsável por aumentar os níveis plasmáticos de glicose por depressão da sua utilização ou por induzir uma resistência à insulina ou até mesmo desencadeando ambos os mecanismos (Hammon et al., 2005).

Khan et al. (2007b) mantiveram animais em *step down* ou em dieta convencional e observaram redução nos níveis de glicose plasmática com o avanço da idade. Os bezerros em *step down* tiveram uma diminuição da quantidade de leite na dieta aos 28 dias e, a partir dos 35 dias foi observada uma diminuição da glicose mais acentuada que no grupo alimentado com dieta restrita, demonstrando que houve interferência, não só da idade, como também da dieta nos níveis de glicose plasmática.

O fígado é o principal órgão que contribui para a homeostase da glicose pelo controle do balanço entre sua utilização e produção e este controle tem o envolvimento de várias enzimas hepáticas e também de vários hormônios (hormônio do crescimento, Insulina, glucagon,

IGF-1). No entanto, em resposta a tantas mudanças no perfil de nutrientes absorvidos ao longo do tempo, é observada uma dinâmica existente na produção destas enzimas e hormônios no sentido de se adaptar às novas demandas metabólicas. Segundo Haga et al. (2008), as enzimas piruvato carboxilase (PC) e fosfoenolpiruvato carboxiquinase (PEPC) são enzimas limitantes para gliconeogênese hepática. A PC catalisa a carboxilação do piruvato em oxaloacetato.

ENZIMAS

A avaliação da atividade enzimática sérica permite analisar o estado funcional de diversos órgãos, principalmente fígado e rins (Benesi et al., 2003). Órgãos que têm alta concentração de determinada enzima têm o potencial de causar um grande aumento da atividade sérica desta enzima em caso de dano tecidual. Da mesma forma, órgãos que têm grande massa de tecido, têm também maior potencial de aumento da atividade sérica da enzima. Outro fator que interfere na magnitude da atividade de uma enzima no sangue é sua taxa de *clearance*, que é determinada pela meia vida e é muito variável, dependendo da enzima. Mudanças na atividade sérica das enzimas em alguns casos podem refletir alterações na produção da enzima e não necessariamente estar associada a lesão celular. (Kaneko et al., 2008).

As enzimas séricas (LDH, AST,ALT, GGT, ALP) são muito utilizadas na medicina diagnóstica para avaliação de danos teciduais. Entretanto, cuidados na sua interpretação devem ser tomados porque sua atividade apresenta uma grande variação por interferência da idade e da ingestão de colostro (Kurz e Willett, 1991).

Lactato desidrogenase (LDH)

Na glicólise aeróbica, os elétrons produzidos no ciclo do ácido cítrico ou ciclo de Krebs são transportados para a mitocôndria para realizar transferência de elétrons e fosforilação oxidativa para produzir ATP. O NADH é um destes transportadores (Nelson e Cox, 2011). Na glicólise anaeróbica o NADH é reoxidado a NAD numa reação catalisada pela LDH, quando piruvato é reduzido a lactato com produção de apenas 2 moles de ATP, enquanto na glicólise aeróbica seriam produzidos 36 moles de ATP. Por ser a LDH encontrada em vários tecidos (fígado, musculatura esquelética e cardíaca e eritrócitos) ela é uma enzima inespecífica, com pouco valor diagnóstico. As isoenzimas de LDH podem ser separadas por eletroforese. Tem sua atividade sérica aumentada em caso de dano hepatocelular (Evans, 1996).

Aspartato aminotransferase (AST) e Alanina aminotransferase (ALT)

As transaminases são enzimas que atuam no catabolismo de aminoácidos e transporte interórgãos de nitrogênio. Têm como cofator o piridoxal fosfato (PP), que está presente no soro sanguíneo para provocar ativação da enzima. As transaminases são enzimas de avaliação da função hepática, mas também estão diretamente envolvidas no metabolismo de proteínas, gliconeogênese e produção de ureia. Estas enzimas catalisam a transferência de grupos amino para o átomo de carbono do α - cetoglutarato, formando o α - cetoácido correspondente do aminoácido e o L - Glutamato. Esta reação coleta grupos amino de vários aminoácidos formando apenas um, o L - Glutamato, que conduz os grupos amino para as vias biossintéticas. Por este motivo AST e ALT são também denominadas transaminase

glutamato – oxaloacética (TGO) e transaminase glutamato –pirúvica (TGP), respectivamente.

A ALT Está presente quase que exclusivamente no fígado e apresenta alta especificidade para detecção de injúria hepática em cães e gatos, mas pouca especificidade em bovinos. Não obstante, é encontrada atividade sérica desta enzima em bovinos, mas com pouca correlação entre sua atividade sérica e lesão hepática. (Kaneko et al., 2008).

AST está em alta concentração no fígado, mas é encontrada também nos músculos cardíaco e esquelético (Kaneko et al., 2008). Esta enzima catalisa a transaminação dos aminoácidos L- aspartato e 2-oxoglutarato a oxaloacetato e glutamato. Aumento em sua atividade pode ocorrer em casos de infecções, inflamação, intoxicação ou qualquer insulto metabólico ao fígado (Russel e Roussel, 2007), mas danos em outros tecidos também conduzem à elevação da AST sérica. A AST tem uma alta sensibilidade em grandes animais uma vez que nestas espécies apresenta uma meia vida relativamente longa, em torno de 7 a 8 dias (Kaneko et al., 2008).

Gama glutamiltransferase (GGT)

A gama glutamiltransferase (GGT) é uma enzima ligada à membrana celular e participa da regulação do antioxidante intracelular glutathione, catalisando a transferência de grupos Gama glutamil de peptídeos para água, outros peptídeos ou aminoácidos. Nos ruminantes apresenta-se em alta concentração na superfície luminal das células dos túbulos proximais do rim e também no fígado, mais especificamente nas células do epitélio canalicular. Na glândula mamária também é observada uma grande

concentração de GGT, principalmente nas primeiras horas após o parto, o que leva alguns autores a relatarem alta atividade sérica de GGT nas primeiras semanas de vida do bezerro, correlacionando-a com a ingestão do colostro (Fagliari et al., 1998a; Benesi et al., 2003; Jezek et al., 2006). Níveis normais nos bezerros são alcançados até a sexta semana de vida (Jezek et al., 2006).

Nos rins a atividade de GGT é maior no adulto que em bezerros (Braun e Bernard, 1978). Assim, a avaliação de GGT urinária pode ser um indicador de desenvolvimento renal.

Fosfatase alcalina (ALP)

A fosfatase alcalina (ALP) está presente em muitos tecidos como fígado, rins, ossos, intestino e placenta. Ela apresenta uma alta atividade no intestino, superior à sua atividade no fígado. Porém, a atividade sérica da ALP hepática é superior à ALP intestinal, que não é encontrada no soro. São enzimas ligadas à membrana celular, no topo das vilosidades dos enterócitos, na superfície luminal do túbulo proximal, nos osteoblastos e nas vesículas de matriz óssea e na superfície dos canálculos.

Em animais domésticos, dois genes são responsáveis por expressar ALP. Eles expressam a ALP intestinal e a ALP tecido-não-específica (óssea, hepática, placentária e renal). Porém, mesmo sendo expressas pelo mesmo gene, estas isoenzimas são diferentes bioquimicamente e enzimaticamente, de acordo com o tecido que a produz (Kaneko, 2008).

A ALP tem um papel importante na mineralização óssea, por exercer hidrólise do pirofosfato, que é inibidor da mineralização e por transportar íons cálcio para o interior das

vesículas da matriz óssea (Hays e Swenson, 1996). Outra função importante é que a fosfatase alcalina atua na desfosforilação da endotoxina bacteriana, diminuindo sua toxicidade (Anderson et al., 2004). A causa mais comum de aumento sérico significativo da ALP é a colestase, porém, elevação de ALP pode ocorrer em animais com alta atividade de osteoblastos como, por exemplo, animais em fase de crescimento (Kaneko, 2008). Boyd et al. (1989) observaram em suínos que a atividade da fosfatase alcalina no sangue representa um papel bioquímico direto na mobilização de fósforo e que apresenta atividade sérica inversamente proporcional aos níveis de fósforo presente na dieta, sendo que encontra-se em níveis elevados em dietas pobres em fósforo.

Autores têm reportado que, assim como a GGT, a ALP sofre interferência da colostragem, aumentando os valores séricos algumas horas após a ingestão do colostro (Bostedt, 1983). Fagliari et al. (1996) comparam os teores séricos de ALP em bezerros antes da ingestão de colostro e após a colostragem e encontraram uma alta correlação, principalmente no primeiro dia após a ingestão de colostro, entre os níveis de fosfatase alcalina sérica e transferência de imunidade passiva.

METABÓLITOS

Creatinina

A determinação da concentração sérica de creatinina e ureia são indicadas para a avaliação da função renal dos animais domésticos (Kaneko et al., 2008). A concentração sérica de creatinina pode estar baixa em animais muito magros ou desnutridos assim como a ureia (Wittwer et. al, 2000; Russel e Roussel, 2007). A creatinina está presente no músculo e está

relacionada ao metabolismo energético, participando da estabilização de ligações de fosfato de alta energia. Ocorre um influxo constante de creatinina para o plasma e, sendo assim, alterações na concentração plasmática deste metabólito são devidas a alterações em sua excreção, que é realizada pelos rins (Kaneko et al., 2008).

Ao contrário da ureia, a creatinina não é afetada pela dieta ou qualquer outro fator que afete o metabolismo hepático (Kerr, 2003), mas sofre certa influência do fator etário, sendo que maiores valores são observados nos animais muito jovens (Egli e Blum, 1998; Fagliari et al., 1998a; Benesi et al., 2005). Kurz e Willett (1991) observaram uma diminuição de 50% da concentração de creatinina sanguínea do nascimento até 24 horas de vida com estabilização em 1,2 mg/dL. Segundo Benesi et al. (2005) isso é observado porque aos poucos os rins dos neonatos assumem sua capacidade funcional, substituindo a placenta. Kurz e Willett (1991) observaram uma redução de 50% da creatinina no sangue de recém-nascidos nas primeiras 24 horas de vida. Nos estudos de Benesi et al. (2005) foi observada uma diminuição de 20% nas primeiras 24 horas e redução gradativa de creatinina até os 25-30 dias de idade, quando ela se manteve constante. Outro fator que contribui para a alta concentração de creatinina após o nascimento pode ser uma maior atividade muscular e também por lesões musculares ocasionadas no parto, já que a creatinina está relacionada ao metabolismo energético do músculo (Kaneko, et al., 2008).

Ureia (BUN)

A concentração de nitrogênio ureico (BUN – Blood urea nitrogen) é influenciada por uma

variedade de parâmetros interrelacionados que incluem proteína da dieta, composição dos aminoácidos e função hepática e renal (Kerr, 2003). A maior parte da ureia é sintetizada no fígado a partir da amônia proveniente do catabolismo proteico e da absorção intestinal e é eliminada pela urina (Kaneko, 2008). Uma dieta lipoproteica pode levar a valores de ureia plasmática abaixo do intervalo de referência (Wittwer et al., 2000), assim como podem ser observados também diminuição da proteína total plasmática, albumina e hemoglobina (Contreras, 2000).

Do nascimento até os três dias de idade é observado um marcado aumento da concentração de ureia plasmática, provavelmente em decorrência da grande ingestão de proteínas do colostro (Hammon et al., 2002). Quigley e Bernard (1992) observaram uma elevação plasmática da ureia relacionada com a ingestão de concentrado, indicando uma degradação rumenal de proteína e carboidratos da dieta, metabolismo dos aminoácidos e possível estabelecimento de reciclagem da ureia. Hayashi e colaboradores, (2006) estudando a cinética da glicose e da ureia em bezerras concluíram que existe uma variação destes metabólitos à medida que os animais se desenvolvem. Eles observaram que a ureia aumentou no sangue após a desmama e atribuíram isso ao estabelecimento do ciclo da ureia entre o rúmen e a saliva. Grande quantidade de amônia, dióxido de carbono e metano são produzidos pela atividade fermentativa no rúmen. A amônia absorvida é levada pela circulação sanguínea ao fígado, onde é sintetizada a ureia, que volta ao rúmen via saliva e passa a ser uma importante fonte de nitrogênio para a síntese das proteínas da

microbiota rumenal (Hayashi e colaboradores, 2006).

Hammon et al. (2002) em experimento em que alimentaram os animais com dieta líquida irrestrita ou convencional não observaram diferenças na concentração plasmática da ureia entre os grupos, apesar de maior ingestão protéica pelos bezerros alimentados com maior quantidade de leite. Mas estes autores observaram grande influência do fator etário na concentração plasmática de ureia, com drástica elevação do nascimento aos três dias de vida devido à grande ingestão de proteínas do colostro.

MINERAIS

Cálcio e fósforo

O fósforo não é encontrado em sua forma livre no organismo. Ele, frequentemente, está na forma de sais de fosfatos e desempenha algumas funções muito importantes no organismo como por exemplo, fazendo parte da estrutura de fosfolipídios tais como a fosfatidilcolina, fosfatidilserina, fosfatidiletanolamina e esfingomiéline, que fazem parte da estrutura da membrana plasmática, além de fosfoproteínas, ácidos nucleicos e nucleotídeos. Também tem como função, fosforilar algumas enzimas para sua ativação, atuar na agregação plaquetária, pela ativação de fatores de coagulação e um papel muito importante na produção de energia sob a forma de compostos energéticos como adenosina trifosfato (ATP), guanosina trifosfato (GTP) e AMP cíclico. Uma grande porcentagem do fósforo corporal total encontra-se estocado sob a forma de hidroxiapatita, nos ossos e nos dentes. É regulado pelo paratormônio e pela vitamina D. As deficiências de fósforo podem

causar crescimento retardado, osteoporose progressiva, baixa produção e apetite depravado, quando por períodos prolongados. As deficiências de baixa magnitude não são facilmente identificadas (González, 2000).

A concentração de cálcio sérico tem associação direta com o metabolismo mineral do indivíduo. No sangue mede-se o cálcio total, ou seja, a forma ionizada (livre) somada à forma não ionizada (associada com proteínas, principalmente albumina e também com ácidos orgânicos). Ambas encontram-se em equilíbrio e sua distribuição depende do pH, da concentração de albumina e da relação ácido-básica. A concentração de cálcio no sangue é regulada por um forte controle endócrino desempenhado pelo paratormônio, hormônio da paratireóide. Uma das causas de diminuição da absorção do cálcio no intestino é a quantidade de proteína na dieta, ou seja, dietas hipoproteicas causam diminuição da absorção de cálcio (González, 2000). Jezek et al.(2006), observaram uma grande concentração de cálcio até os cinco dias de idade, fato atribuído à ingestão de colostro. À partir daí, observou-se uma queda nos níveis plasmáticos de cálcio, que permaneceram constantes até os 60 dias de idade. Egli e Blum (1998), também observaram uma queda do cálcio plasmático com o avançar da idade, chegando aos 28 dias com o mesmo valor de animais adultos. A concentração plasmática de fósforo aumentou junto com a queda do cálcio, levando à diminuição da relação Ca/P com o aumento da idade.

Por causa do controle endócrino os níveis séricos de cálcio variam pouco e, por isso, isoladamente sua mensuração não é um bom indicador do estado nutricional de um animal. O cálcio se mantém em equilíbrio com o fósforo e

o paratormônio ao agir nos rins promove reabsorção de cálcio e redução na reabsorção de fósforo. Nos ossos, estimula a reabsorção de cálcio e redução na reabsorção de fósforo. A fosfatase alcalina também parece ser um grande regulador deste elemento (Anderson et al., 2004).

Magnésio

Muito influenciado pela dieta, o magnésio não possui controle endócrino. A hipomagnesemia pode levar à morte e, geralmente, é causada pelo baixo teor de Mg na dieta. Lipólise hipoenergética intensa também causa deficiências deste mineral (González, 2000). É o segundo cátion mais abundante no organismo e é cofator para várias enzimas, inclusive a fosfatase alcalina (Evans, 1996). Hipomagnesemia pode ser observada em animais que são alimentados apenas com leite, sem provisão de concentrado e baixos níveis deste mineral estão associados com sinais clínicos, como tetania (Egli e Blum, 1998).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os procedimentos realizados nesta pesquisa foram aprovados pelo comitê de ética CETEA-UFMG (protocolo n° 44/2009).

3.1. Instalações

O experimento foi conduzido em um piquete no Hospital Veterinário da Escola de Veterinária da UFMG (Belo Horizonte – MG), no período de setembro de 2010 a março de 2011. Outros trabalhos foram realizados conjuntamente (Silper, 2012; Franzoni, 2013) dos quais foram utilizados alguns dados.

O piquete possuía 35,3m X 40m, cobertura vegetal de *Paspalum notatum* (grama batatais),

no qual foi construído um bezerreiro do tipo argentino, com tela de bloqueio de 80% da radiação solar e área de sombra de 8,5 m²/animal. Ao cabo de aço de 5 metros comprimento, afixado ao chão em ambas as extremidades, os bezerros foram presos com correntes de 1 metro de comprimento.

Trinta bezerros da raça holandesa preto e branca foram mantidos individualizados, com espaçamento de 4 metros entre um animal e outro. Os alimentadores eram localizados do lado oposto ao sombrite e constavam de dois baldes suspensos a 40 cm de altura. Em um deles, era fornecido o concentrado e no outro, o sucedâneo de leite. Após a refeição líquida, os baldes eram lavados com água e detergente e utilizados para fornecimento de água *ad libitum*. Na figura 2 pode ser observado o bezerreiro experimental. A temperatura ambiental foi mensurada diariamente com um termômetro de máximas e mínimas temperaturas. O volume de chuvas foi mensurado com pluviômetro.

3.2. Alimentação e manejo dos animais

Os bezerros receberam sucedâneo de leite Lacthor^{®1} em duas refeições diárias, às 7:00 horas e às 16:00 horas. O sucedâneo era composto de soro de leite, óleo de coco, premix vitamínico, proteína concentrada de soja e proteína isolada de trigo. Foi diluído em água a 45°C, para uma concentração de 12,5% de sólidos totais. O fornecimento foi realizado em

¹ Lacthor[®] da Tortuga (Companhia Zootécnica Agrária): soro de leite, óleo de coco, premix vitamínico[®], proteína concentrada de soja e proteína isolada de trigo.

balde e os animais que não tiveram o consumo espontâneo, receberam ajuda para a ingestão ou receberam o sucedâneo de leite na mamadeira até sua adaptação ao aleitamento no balde. A composição química do sucedâneo pode ser verificada no quadro 1. Os animais receberam dois litros de colostro na propriedade de origem, nas primeiras seis horas de vida. Posteriormente, foram alimentados com quatro litros de leite/dia, divididos em duas refeições

até serem levados para a unidade experimental. O colostro era proveniente de bancos de colostro de duas propriedades localizadas nas proximidades de Belo Horizonte e mantidos congelados (-20°C). Ainda na propriedade, ao nascimento foi feito o tratamento do coto umbilical com solução de iodo à 7%. Este tratamento prosseguiu por mais três dias após a chegada dos animais ao bezerreiro experimental.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2 – Bezerreiro experimental do tipo argentino, com tela de bloqueio de 80% e área de sombra de 8,5 m²/animal

Os animais foram transportados com três dias ou menos de vida para o local do experimento e à chegada, foram pesados em balança mecânica, receberam brincos de identificação e foram alimentados com quatro litros de sucedâneo de leite até os três dias de vida para adaptação. No terceiro dia de vida iniciaram-se os protocolos de alimentação de acordo com o grupo experimental.

Foi realizado exame físico dos animais diariamente, sempre após o aleitamento, com observação do estado físico geral, assim como do estado de hidratação e a ocorrência de diarreia ou beber rumenal (acúmulo de leite no rúmen), além da aferição da temperatura retal (°C). No quadro 3 podem ser observados os protocolos de tratamento utilizados quando os bezerros apresentavam alguma enfermidade. Em todos os bezerros foi administrada uma dose única de dipropionato de imidocarb (1 mL/40

Kg), por via subcutânea como profilaxia para babesiose e anaplasmosose por volta dos 15 dias de vida do bezerro.

Quadro 1 – Composição do sucedâneo de leite fornecido aos bezerros da raça holandesa até os 60 dias de vida, recebendo concentrado de diferentes granulometria.

Composição	Por kg do produto	Por litro do sucedâneo preparado (1:8)
Proteína bruta (mín.)	225,0 g	28,1 g
Gordura vegetal (mín.)	170,0 g	21,3 g
Matéria mineral (máx.)	95,0 g	11,9 g
Fibra bruta (máx.)	2.000,0 mg	250,0 mg
Cobre (mín.)	9,0 mg	1,1 mg
Vitamina A (mín.)	55.000,0 U.I.	6,9 U.I.
Vitamina D3 (mín.)	45.000,0 U.I.	562,5 U.I.
Vitamina E (mín.)	80,0 U.I.	10,0 U.I.
Lactose	440,0 g	55,0 g

3.3. Grupos experimentais

Foram utilizados 30 bezerros machos, da raça holandesa, provenientes de duas propriedades, localizadas próximas à Belo Horizonte (até 100 Km). Os bezerros foram divididos de acordo com o peso ao nascimento em grupos de seis animais com os seguintes protocolos de alimentação, segundo a granulometria do concentrado de milho e o volume de sucedâneo de leite administrados:

- ✓ Grupo 1 (controle): concentrado de milho fino + 4 Litros de sucedâneo de leite até 60 dias de idade (**4MFI**);
- ✓ Grupo 2: Concentrado de milho floculado + 4 litros de sucedâneo de leite até 60 dias (**4MFLO**);

- ✓ Grupo 3: Concentrado de milho grosso + 4 litros de sucedâneo de leite até 60 dias (**4MGR**);
- ✓ Grupo 4: Concentrado com milho fino + 6 litros de sucedâneo de leite até 60 dias (**6MFI**);
- ✓ Grupo 5: Concentrado com milho fino + 6 litros de sucedâneo de leite até 30 dias e 4 litros até 60 dias (**6/4MFI**).

Embora a disponibilidade de capim não fosse abundante no piquete, houve algum consumo, restrito à área que os animais estavam alojados. O concentrado era composto por núcleo proteico, mineral e vitamínico e milho em diferentes processamentos: milho fino, milho

floculado e milho grosso. Este último, com uma proporção de 30% de milho sob a forma de

milho grosso e os 70% restantes na forma de milho fino.

Quadro 2– Composição química dos concentrados de milho em diferentes apresentações e capim¹, utilizados para bezerros experimentalmente dos 3 aos 90 dias de vida

Composição	Concentrado de milho			Capim
	Floculado	Grosso	Fino	
Matéria Seca (%)	89,86	88,90	89,00	24,14
Proteína Bruta ²	24,15	20,28	20,27	15,94
Extrato Etéreo ²	2,85	2,86	2,96	1,70
Fibra Detergente Neutro ²	12,85	12,16	12,54	49,03
Fibra Detergente Ácido ²	4,48	3,68	4,00	25,27
Cálcio ²	2,95	2,92	2,95	3,20
Fósforo ²	1,61	1,40	1,26	0,24
Cinzas ²	21,86	15,43	15,98	12,85
Energia metabolizável (Mcal/Kg)	2,21	3,35	2,34	—

¹Capim (*Paspalum notatum*)

²Valores em percentual da matéria seca

A granulometria do concentrado foi mensurada por meio de peneiras² com malhas de 3,36; 2,38; 2,00; 1,41; 1,19; 0,71; 0,50, dispostas umas sobre as outras, da maior para a menor malha (Quadro 4). Foram utilizadas amostras de 100 ou 200 g, coletadas semanalmente e foi feita uma média de todos os resultados. Todos os animais foram desaleitados de forma abrupta aos 60 dias de idade.

3.4. Coleta e processamento das amostras

Amostras de Sangue

Amostras de sangue foram coletadas após anti-sepsia local com álcool iodado 10 %, via punção

da jugular aos 5, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias de idade, pela manhã, antes do fornecimento do sucedâneo de leite. Foram utilizados tubos à vácuo³ siliconizados para separação de soro, tubos à vácuo com EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) à 10% para separação de plasma e tubos à vácuo com fluoreto de potássio à 12% para obtenção de plasma para análise de glicose. O material obtido foi centrifugado à 2.500 rpm e as amostras foram aliqüotadas em *eppendorfs* de 500µL. Duas amostras foram congeladas (-12°C) e uma amostra foi resfriada (2-8°C). Nas amostras de soro resfriadas foram realizadas análises

² Granutest

³ Vacutainer®

bioquímicas para determinação da atividade das enzimas aspartato (AST) e alanina aminotransferase (ALT), gama glutamiltransferase (GGT) e lactato desidrogenase (LDH). Nas amostras de soro congeladas foram feitas determinações das concentrações de ureia, creatinina, proteínas totais, albumina, cálcio, cloreto, magnésio e fósforo e atividade da fosfatase alcalina (ALP). Nas amostras de plasma com EDTA resfriadas foi feita análise de lactato. Nas amostras de plasma do tubo com fluoreto foi feita a determinação da concentração de glicose. No adendo 1 estão especificadas as formas de armazenamento das amostras para cada analito assim como o tempo de preservação. As análises de lactato foram feitas em aparelho semi-automático ⁴ com kit comercial ⁵. As demais análises bioquímicas foram feitas em aparelho automático⁶ utilizando-se kits comerciais⁷, segundo as indicações de bula. Todas as análises foram feitas no Laboratório de Patologia Clínica da Escola de Veterinária da UFMG.

⁴ TP Analyzer - Thermo plate analyzer^{®4}

⁵ Bioclin[®]

⁶ Cobas Mira Plus[®]

⁷ Synermed[™]

Quadro 3 – Enfermidades ocorridas no bezerreiro experimental e seus respectivos protocolos de tratamentos

Enfermidade	Tratamento
Diarreia	- Fluidoterapia oral a partir do primeiro dia de observação até desaparecerem os sintomas: 20 g de glicose de milho, 5 g NaCl, 4 g NaHCO ₃ e 1 g KCl para um litro de água morna. Eram administrados dois litros, duas vezes ao dia, fornecidos espontaneamente ou via sonda esofágica, caso não houvesse consumo voluntário. - Enrofloxacin (3 mL/40kg intramuscular - I.M.) durante cinco dias consecutivos e flunixin meglumina (2,2 mg/kg I.M.) durante três dias consecutivos caso persistisse a diarreia ou houvesse febre.
Doença respiratória	- Administração de penicilina (30.000 U.I./Kg) durante cinco dias consecutivos. - Florfenicol (20 mg/Kg I.M.) em duas doses intervaladas de 48 horas, caso persistisse o quadro.
Beber rumenal	- Retirada do conteúdo rumenal via sonda esofágica e fornecimento de 50g de bicarbonato de sódio em pó diluído em 100 mL de água morna via oral. - Administração de glicose 5%, NaCl 0,9%, bicarbonato de sódio 5%, ringer e soro fisiológico via endovenosa de acordo com o grau de desidratação do animal. - Amoxicilina 500 mg oral, um comprimido pela manhã e um pela tarde diluído em 100 mL de água morna, durante sete dias consecutivos.
Infecções umbilicais	- Tratamento com flunixin Meglumina (2,2 mg/kg I.M.) e penicilina (30.000 U.I./Kg) ou enrofloxacin (3 mL/40kg I.M.).

Amostras de suco de rúmen

O suco de rúmen foi coletado via sonda esofágica acoplada a uma bomba de vácuo e um recipiente de coleta. A bomba constava de um pote no qual foram acopladas, de um lado a mangueira de uma bomba de bicicleta com êmbolo invertido e, do outro, a sonda esofágica. A coleta foi realizada nos dias 15, 30, 45, 60, 75

e 90, quatro horas após o aleitamento e, imediatamente após a coleta, o suco de rúmen foi peneirado. O pH foi mensurado em pHmetro portátil e, após a centrifugação (2500rpm/5min) as alíquotas do sobrenadante foram pipetadas e armazenadas resfriadas. A análise de lactato foi feita em espectrofotômetro utilizando-se a mesma metodologia descrita para amostras de plasma.

Quadro 4 – Granulometria (em porcentagem de partículas retidas na peneira GRANUTEST®) dos concentrados fornecidos aos bezerros *

% DE PARTÍCULAS RETIDAS (MÉDIA)			
Peneiras (mm)	MILHO FLOCULADO	MILHO GROSSO	MILHO FINO
3,36	38,68	5,63	0,20
2,38	7,37	2,52	2,20
2,00	4,02	2,81	2,85
1,41	8,12	8,62	9,05
1,19	2,23	6,37	5,80
0,71	14,03	24,37	28,30
0,50	6,58	13,87	14,20
Prato	19,63	36,10	37,35

3.5. Análise estatística

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado em sistema *split plot* onde os aleitamentos e a granulometria do concentrado representaram as parcelas (2 x 3) e os diferentes tempos de análise, as subparcelas. Variáveis que não apresentaram normalidade ou homocedasticidade pelos testes de Lilliefors e ShapiroWilk, respectivamente, foram submetidas à transformação logarítmica. Se a característica persistisse era aplicado o teste não paramétrico de Kruskal Wallis. Os dados quantitativos e/ou transformados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando-se o modelo de Student-Newman-Keuls (SNK). Para o teste de hipóteses foram realizadas análise de regressão e correlação entre as variáveis.

O teste de Tuckey foi utilizado para avaliar o efeito dos protocolos alimentares sobre os parâmetros. Este teste permite avaliar o grau de semelhança entre as variáveis. O teste de Scott Knott foi utilizado para avaliação do efeito do fator etário sobre as medições. Este teste permite saber o grau de diferença entre as variáveis. Ambos foram analisados com margem de significância de 5%.

A análise final foi realizada no programa estatístico SISVAR, Versão 5.0, DEX/UFLA, Lavras, MG, 2007.

Para as variáveis estudadas, o modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + I_i + e_{ij}; \text{ em que:}$$

Y_{ij} = observação da idade i (fator etário) na repetição j ;

μ = efeito médio geral;

I_i = efeito da idade i (fator etário), sendo $i = 30, 60$ e 90 dias;

e_{ij} = erro aleatório da observação da idade i da repetição j .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento foi realizado nos meses mais quentes e chuvosos do ano. A temperatura mais baixa observada foi no mês de outubro, quando a mínima chegou à 15°C . No entanto, a sensação térmica foi ainda menor já que o bezerreiro do tipo argentino não oferece abrigo contra as chuvas e o vento. O mês mais quente foi novembro, com temperaturas chegando à 41°C (Tab.1). O volume total de chuvas foi de 1074 mm, sendo que o maior índice pluviométrico foi observado entre os meses de novembro e meados de janeiro, com uma queda em fevereiro e outro pico de chuvas em março. O grande volume de chuvas desfavoreceu as condições ambientais do bezerreiro experimental, com grande formação de lama e umidade. A variação de temperatura e pluviosidade fez com que os bezerros estivessem ora em estresse pelo calor, ora em estresse pelo frio. Segundo autores a zona termoneutra para bezerros com menos de 21 dias de idade está entre 15 e 25°C (Schrama et al., 1993; Arieli, et al., 1995). Assim, provavelmente a energia de manutenção para os bezerros nesta faixa de idade foi maior nos dias em que as temperaturas estiveram acima ou abaixo deste intervalo.

A média de peso dos bezerros à chegada ao bezerreiro foi de $38,17$ Kg. Este valor foi considerado como representativo do peso ao nascimento uma vez que os bezerros foram transportados em média com dois dias de vida para a unidade experimental. Assim, o peso

inicial não variou entre os grupos ($p>0,05$), porém trabalhos internacionais reportam valores de peso ao nascimento para bezerros da raça holandesa superiores aos encontrados: $42,4$ Kg (Appleby et al., 2001); $44,6$ kg (Khan et al., 2007) e 45 kg (Davis e Drackley, 1998). Porém trabalhos feitos no Brasil têm demonstrado bezerros com menor peso ao nascimento, entre 37 Kg e 40 kg (Carvalho et al., 2003; Vasconcelos et al., 2009). Pela diversidade de manejos e clima e até mesmo pela característica do produtor brasileiro que, muitas vezes decide por animais com genética para menor peso ao nascimento, esta pode ser uma característica dos bezerros da raça holandesa em alguns estados brasileiros.

Todos os grupos apresentaram transferência de imunidade passiva favorável, avaliadas pela concentração sérica de proteínas totais (PT). Segundo Tyler et al. (1996), PT acima de $5,5$ g/dL está fortemente associada com adequada transferência de imunidade passiva (Tab. 2).

Pelo menos um episódio de diarreia foi apresentado por 100% dos animais, durante o período experimental, com maior incidência na segunda semana de vida. Este alto índice pode ser devido ao desafio ambiental, principalmente causado pelo alto índice de chuvas e à variação de temperatura, já mencionados. O estresse pelo calor e pelo frio aumenta a energia metabólica de manutenção, uma vez que os animais precisam despende energia para regular a temperatura corporal. Desta forma, animais que passam por estresse pelo calor ou pelo frio apresentam uma queda no desempenho, além de diminuição de resposta à patógenos, aumentando o acometimento por doenças (Davis e Drackley, 1998).

Tabela 1 – Temperaturas mínimas e máximas (°C) observadas durante o período experimental (setembro de 2010 a março de 2011)

Mês	Mínima (°C)	Máxima (°C)
SET	17,0 a 23,0	27,0 a 34,0
OUT	15,0 a 29,0	26,0 a 38,0
NOV	17,0 a 28,0	24,0 a 41,0
DEZ	18,0 a 26,0	26,0 a 40,0
JAN	17,0 a 22,0	26,0 a 39,0
FEV	18,0 a 26,0	27,0 a 36,0
MAR	18,0 a 22,0	23,0 a 37,0
ABR	16,0 a 22,0	24,0 a 31,0

Outro motivo do índice de diarreias ter sido alto foi a ingestão de colostro proveniente de vacas de um ambiente diferente do qual os bezerros foram criados. O colostro é uma fonte de imunoglobulinas e células, que conferem imunidade passiva ao bezerro até que seu sistema imune seja capaz de montar respostas às doenças. As imunoglobulinas são provenientes de uma resposta montada pela mãe, frente ao contato com antígenos em seu ambiente. Sendo o ambiente diferente, existe também uma diferença de resposta imunológica. Por fim, o ambiente úmido e com temperaturas elevadas

favoreceu o estabelecimento de microorganismos, aumentando o desafio ambiental. Assim, não foi possível fazer nenhum tipo de correlação da diarreia com a nutrição. Seria necessário um ambiente melhor controlado para fazer esta observação. No entanto, pode-se inferir do mesmo modo que Wise e LaMaster (1968), Huber et al. (1984), Jasper e Weary (2002) e Khan et al. (2007a) que a diarreia está mais associada com aspectos higiênico – sanitários, ambientais e de manejo do que com a nutrição.

Tabela 2 – Concentração de Proteínas totais (PT) obtida por espectrofotometria (técnica de biureto), como parâmetro para avaliação da transferência de imunidade passiva em bezerros da raça holandesa aos 5 dias de idade

	Grupos					Média
	4MFI	4MFLO	4MGR	6MFI	6/4MFI	
PPT (mg/dL)	6,63±1,63	5,68±0,91	6,65±0,69	6,55±1,36	6,78±0,35	6,45
Espectrof.						

4MFI – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; 4MFLO – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; 4MGR – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado; 6MFI – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; 6/4MFI – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

O fluido oral utilizado parece ter sido eficiente na melhora da condição do animal e principalmente na diminuição da desidratação e reposição de eletrólitos. As consequências da diarreia podem levar o animal à óbito por causar desidratação, redução do volume plasmático e da perfusão tecidual, dano renal, desequilíbrio hidroeletrolítico e evolução para choque hipovolêmico (Michell, 1983; Naylor, 1989). No entanto, o tratamento é sintomático, tendo sido necessária a administração de antiinflamatórios e antibióticos para tratamento efetivo da diarreia (Quadro 1).

Segundo Carvalho (2013), que realizou experimento conjuntamente com o presente trabalho, utilizando os mesmos animais, nas mesmas condições, o *Cryptosporidium* foi o agente mais importante e sua associação com as bactérias *Salmonella* e *E. coli* foram muito frequentes.

4.1 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS PROTOCOLOS DE ALEITAMENTO SOBRE DESEMPENHO E CONSUMO DE BEZERROS ATÉ 90 DIAS DE IDADE*

*Dados obtidos do trabalho de Silper (2012), que utilizou os mesmos animais em experimento conjunto com o presente trabalho.

4.1.1. Consumo de sucedâneo de leite e concentrado

O consumo de sucedâneo de leite foi muito baixo nas primeiras semanas em todos os grupos. No primeiro mês todos os animais recusaram uma parte do que foi fornecido. Em média, o grupo para o qual foram fornecidos 4 litros de sucedâneo, ingeriu 3,9 L e o grupo para o qual foram fornecidos 6 litros, ingeriu 5,6 L. Com um peso médio de 40 kg no primeiro mês, os animais do grupo 6 litros ingeriram em média 14% do seu peso vivo em leite. O grupo 4 litros ingeriu em média 9,75% do seu peso vivo, caracterizando os sistemas convencionais de fornecimento de leite, segundo Davis e Drackley (1998). Alguns animais tiveram dificuldade em se adaptar ao aleitamento nos baldes e tiveram que receber ajuda até sua adaptação. Esse pode ser um dos motivos pelo baixo consumo de sucedâneo. Além disso, podem também ter contribuído para esta situação o estresse pelo transporte, a diarreia observada principalmente nos primeiros dias e a

adaptação ao novo ambiente. Silper (2012) sugeriu o fornecimento de sucedâneo de leite menos diluído, em menor volume para garantir a ingestão de maior quantidade de nutrientes nos períodos em que o consumo é baixo, ou seja, nas primeiras semanas de vida e quando os

animais apresentam alguma enfermidade. Uma das consequências das doenças principalmente em bezerros, invariavelmente é a anorexia (Quigley et al., 2006). A partir do segundo mês os animais ingeriram todo o leite que lhes foi fornecido.

Tabela 3. Consumo diário de concentrado (média ± desvio-padrão) em cada semana por bezerros da raça holandesa até a 13ª semana de vida em três protocolos de aleitamento

Idade (semanas)	Protocolo de aleitamento			
	4MFI (Kg)	6/4MFI (Kg)	6MFI (Kg)	Média (Kg)
1	0,026 ± 0,027	0,016 ± 0,014	0,011 ± 0,007	0,018 ± 0,019j
2	0,052 ± 0,031	0,051 ± 0,041	0,054 ± 0,020	0,053 ± 0,031i
3	0,086 ± 0,064	0,065 ± 0,042	0,065 ± 0,040	0,072 ± 0,050h
4	0,094 ± 0,076	0,095 ± 0,055	0,079 ± 0,062	0,089 ± 0,064h
5	0,131 ± 0,101	0,173 ± 0,133	0,114 ± 0,080	0,140 ± 0,107g
6	0,211 ± 0,201	0,283 ± 0,215	0,199 ± 0,144	0,230 ± 0,187f
7	0,354 ± 0,363	0,405 ± 0,272	0,336 ± 0,146	0,365 ± 0,269e
8	0,539 ± 0,399	0,593 ± 0,285	0,517 ± 0,196	0,550 ± 0,298d
9	0,772 ± 0,541	0,865 ± 0,301	0,782 ± 0,290	0,805 ± 0,381c
10	1,614 ± 0,546	1,772 ± 0,392	1,771 ± 0,410	1,719 ± 0,434b
11	1,917 ± 0,571	2,199 ± 0,438	2,417 ± 0,255	2,177 ± 0,465 ^a
12	2,122 ± 0,583	2,286 ± 0,452	2,758 ± 0,400	2,389 ± 0,533 ^a
13	2,375 ± 0,667	2,181 ± 0,452	2,751 ± 0,458	2,436 ± 0,599 ^a

Letras distintas nas colunas diferem estatisticamente pelo teste SNK (P<0,05). CV = 55,5%. O peso inicial foi covariável significativa (P=0,02).

4MFI – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

O consumo de concentrado foi muito pequeno nas primeiras três semanas, assim como descrito por Jasper e Weary (2002). Apenas na quarta semana alguns bezerros alcançaram o consumo de 100g de concentrado. Isso pode ser devido à baixa capacidade de digestão do retículo-rúmen

nesta fase e o acúmulo de alimento no rúmen pode contribuir para uma sensação de saciedade. A ingestão da dieta sólida aumentou progressivamente à medida que os bezerros se desenvolveram e não variou entre os grupos (Tab 3). Resultados diferentes foram observados

por Khan et al. (2007a), que avaliaram bezerros em *step down* e por Hammon et al. (2002) e Appleby et al. (2001), que avaliaram bezerros em dieta líquida *ad libitum*. Nestes trabalhos foi observado que bezerros alimentados com maior quantidade de sucedâneo de leite apresentam menor consumo de concentrado. Khan et al. (2007a) observaram ainda que o consumo de concentrado aumentou quando a quantidade de leite fornecida diminuiu, ou seja, aos 30 dias. O mesmo não foi observado no grupo 6/4MFI que, antes recebendo maior quantidade de leite deveria compensar a queda no consumo de matéria seca de sucedâneo de leite, aumentando o consumo de concentrado, mas isso não ocorreu.

Animais de todos os grupos aumentaram progressivamente o consumo de concentrado no decorrer do tempo de avaliação. Esse aumento no consumo está relacionado ao desenvolvimento do retículo-rumen, ao crescimento e desenvolvimento dos bezerros e também está relacionado com o aumento da demanda de nutrientes para manutenção, crescimento e ganho de peso. Após a desaleitamento, houve a maior porcentagem de aumento no consumo de concentrado, quando o consumo aumentou de 0,805Kg na semana nove para 1,719 Kg na semana dez (Tab.4 e fig.3).

Tabela 4 – Aumento no consumo diário de concentrado em cada semana por bezerros da raça holandesa até a 13ª semana de vida em três protocolos de aleitamento

Idade (semanas)	Grupos			
	4MFI (Kg)	6/4MFI (Kg)	6MFI (Kg)	Média (Kg)
2	0,026	0,035	0,043	0,035
3	0,034	0,014	0,011	0,019
4	0,008	0,03	0,014	0,017
5	0,037	0,078	0,035	0,051
6	0,08	0,11	0,085	0,09
7	0,143	0,122	0,137	0,135
8	0,185	0,188	0,181	0,185
9	0,233	0,272	0,265	0,255
10	0,842	0,907	0,989	0,914
11	0,303	0,427	0,646	0,458
12	0,205	0,087	0,341	0,212

4MFI – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

4.1.2. Ganho de peso

Não obstante o consumo de concentrado ter sido semelhante entre os grupos, foi observado maior ganho de peso no primeiro mês dos grupos alimentados com maior quantidade de leite (Tab. 5). No primeiro mês os grupos 6MFI e 6/4MFI apresentaram ganho de peso semelhante entre si e superiores ao grupo 4MFI. Apesar de ter sido fornecido 50% a mais de sucedâneo, o ganho de peso foi 3,6 vezes maior no grupo alimentado com maior quantidade de sucedâneo. Isso concorda com Davis e Drackley (1998), que afirmaram que fornecendo-se mais leite aos bezerros a eficiência alimentar melhora por diluição do custo de energia para manutenção.

No segundo mês, não houve diferença de ganho de peso entre os grupos. Isto quer dizer que o grupo 4MFI apresentou uma elevada taxa de ganho de peso entre o primeiro e o segundo mês, alcançando os demais. Era esperado um maior ganho de peso do grupo 6MFI, já que ele permanecia com maior quantidade de leite nesta fase (o grupo 6/4MFI teve diminuição de leite para 4 litros aos 30 dias). Isso indica perda de eficiência de conversão alimentar por este grupo no segundo mês. No terceiro mês, quando todos os animais foram desaleitados, o ganho de peso médio do grupo 6MFI foi superior aos demais. Isso indica melhor desempenho deste grupo mesmo após a desaleitamento, uma vez que o consumo de concentrado foi o mesmo.

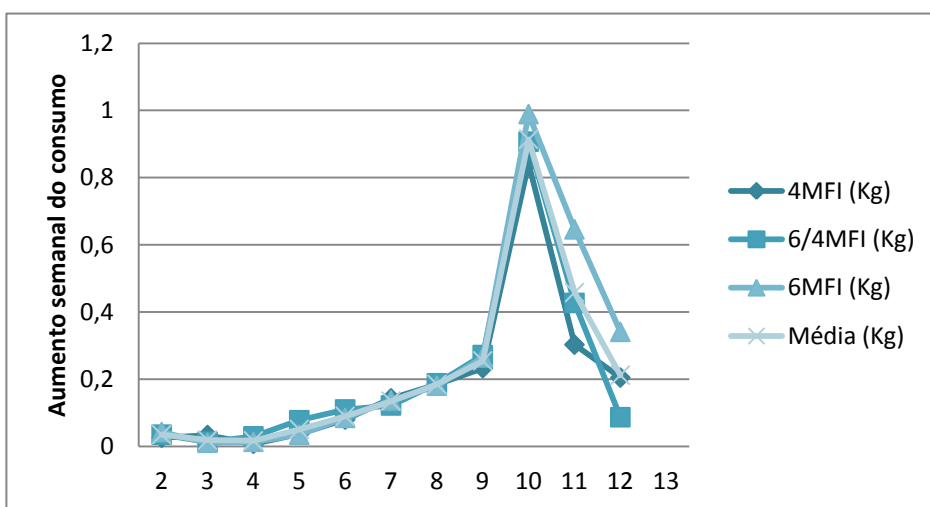


Figura 3 - Aumento no consumo diário de concentrado em cada semana por bezerros da raça holandesa até a 13ª semana de vida em três protocolos de aleitamento

Tabela 5 – Ganho de peso (Kg) diário de bezerros da raça holandesa alimentados com diferentes protocolos de fornecimento de leite no primeiro, segundo e terceiro mês de vida

Idade (mês)	Grupos		
	4MFI (Kg)	6/4MFI (Kg)	6MFI (Kg)
1	0.065 ± 0.131 ^{bc}	0.235 ± 0.153 ^{aC}	0.208 ± 0.156 ^{aC}
2	0.429 ± 0.170 ^{aB}	0.402 ± 0.121 ^{aB}	0.516 ± 0.116 ^{aB}
3	0.734 ± 0.175 ^{bA}	0.757 ± 0.193 ^{bA}	0.995 ± 0.150 ^{aA}

Médias seguidas letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem estatisticamente pelo teste SNK (P<0,05). **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

4.2 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO PROCESSAMENTO DO MILHO DO CONCENTRADO SOBRE O DESEMPENHO E O CONSUMO DE BEZERROS DA RAÇA HOLANDESA ATÉ OS 90 DIAS DE IDADE **

**Dados obtidos do trabalho de Franzoni (2012), que utilizou os mesmos animais em experimento conjunto com o presente trabalho.

4.2.1 Consumo de concentrado

O consumo diário de concentrado nas primeiras semanas de vida foi muito baixo. Apenas na terceira semana alguns animais conseguiram ingerir cerca de 100g de concentrado. Um baixo consumo nesta fase também foi relatado por outros autores (Appleby et al., 2001; Jasper e Weary, 2002) com consumo de 110g e 90g, respectivamente, por dia no primeiro mês de vida. Na primeira e na terceira semana de vida, o grupo alimentado com milho fino teve um consumo maior de concentrado que o grupo 4MGR (p<0,06). Entretanto o consumo do grupo 4MFLO não diferiu entre os dois grupos (Tab. 6). Na segunda semana o consumo diário

do grupo 4MFI foi maior que o grupo 4 MFLO, mas semelhante ao grupo 4MGR, que não diferiu do grupo 4MFLO.

Na quarta semana o consumo não diferiu entre os grupos e da quinta até a oitava semana o consumo foi maior para os grupos alimentados com concentrado de maior granulometria. Isso pode ser devido à preferência dos bezerros por um concentrado de maior granulometria, conforme sugerido por Davis e Drackley (1998). Outro provável motivo para esta diferença de consumo é que os concentrados de maior granulometria promovem maior movimentação rumenal e uma queda de pH menos pronunciada (Greenwood et al., 1997), que pode levar a um melhor bem-estar dos animais e maior procura pelo alimento, embora o grupo 4MFLO tenha tido um pH de rúmen baixo (Tab. 6). Outros autores observaram maior consumo de concentrado de granulometria mais grosseira pelos bezerros (Owens et al., 1997; Beharka et al., 1998; Lesmeister e Heinrichs et al., 2004).

Após a oitava semana o consumo foi semelhante para todos os grupos. Este período corresponde ao período pós-desaleitamento, que pode ter

sido o fator mais importante da elevação do consumo. A maior elevação foi observada no grupo 4MFI, que alcançou os demais.

4.2.2. Ganho de peso

Não houve efeito da granulometria do milho sobre o ganho de peso dos animais (Tab. 7),

apesar de ter havido diferença no consumo de concentrado. Nas quatro primeiras semanas houve maior consumo por parte do grupo 4MFI, mas mesmo assim em todos os grupos o consumo nesta idade foi muito baixo.

Tabela 6 – Consumo de concentrado por bezerros da raça holandesa até as 13 semanas de idade alimentados com quatro litros de sucedâneo de leite e com concentrado de diferentes granulometrias

Idade (semanas)	Grupos		
	4MFLO	4MGR	4MFI
1	0,024 I ab	0,015 H b	0,037 G a
2	0,043 H b	0,047 G ab	0,065 F a
3	0,129 G ab	0,073 G b	0,099E a
4	0,140 F a	0,167 F a	0,102 E a
5	0,219 E a	0,269 E a	0,104 E b
6	0,322 D ab	0,422 D a	0,212 D b
7	0,543 C a	0,635 C a	0,287 D b
8	0,765 B a	0,822 C a	0,479 C b
9	0,928 B a	1,075 B a	0,700 B a
10	1,582 A a	1,816 A a	1,460 A a
11	1,665 A a	1,875 A a	1,753 A a
12	1,890 A a	2,017 A a	1,966 A a
13	1,949 A a	2,264 A a	2,207 A a

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,06$). CV = 4,93. **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado;

Estando estes animais em dieta restrita de leite, mesmo o grupo que ingeriu mais concentrado não apresentou ganho de peso significativo uma vez que nesta idade a principal fonte de

nutrientes para os bezerros é o leite. Outro fator que pode ter contribuído para o baixo ganho de peso nesta idade foi o desafio ambiental devido às variações de temperatura e alto índice

pluviométrico, o que fez com que grande energia fosse despendida para controle de temperatura corporal. Por fim, a diarreia, que acometeu 100% dos animais, contribuiu para que o ganho de peso tenha sido baixo por causar perdas não só de nutrientes nas fezes como também por ocasionar um alto gasto de energia

para que o sistema imune possa dar suporte ao organismo frente à doença. Nas primeiras semanas de vida os bezerros têm além de poucas reservas energéticas, menor capacidade termorregulatória, tornando esta fase muito crítica e susceptível à falhas de manejo (Davis e Drackley, 1998).

Tabela 7 – Peso corporal (média ± desvio-padrão) de bezerros da raça holandesa alimentados com 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado com milho de diferentes granulometrias

Idade (Semanas)	Grupos			
	4MFI	4MFLO	4MGR	MÉDIA
Chegada	39,3±3,81A	38,15±2,65 A	37,08±4,60 A	38.17± 4.32 d
1	39,82±3,32A	39,25±2,74 A	37,45±2,53 A	39.57±4.62 cd
2	39,62±2,92A	39,90±3,28 A	37,5±3,25 A	39.11±4.01 cd
3	39,75±3,78 A	39,10±2,85 A	37,05±4,79 A	39.80±5.50 cd
4	39,85±3,90A	40,18±4,12A	38,22±3,30 ^a	40.23±4.53 cd
5	41,55±4,78A	40,70±6,79A	40,68±3,98 ^a	41.83±5.62 cd
6	44,07±6,49A	42,58±7,62A	44,88±3,19 ^a	44.69±6.14 bc
7	48,27±8,29A	47,83±6,78A	48,42±5,18 ^a	49.03±6.58 b
8	52,87±9,26A	53,70±7,42A	54,03±4,52 ^a	53.76±7.21 b
9	56,62±10,28A	59,15±8,29A	57,95±4,50 ^a	58.72±7.96 ab
10	59,68±11,20A	64,75±8,89A	65,32±6,04 ^a	63.97±9.32 a
11	66,97±9,36A	69,73±8,38A	70,08±6,22 ^a	69.51±9.482 a
12	72,02±10,66A	75,37±8,41A	75,52±5,88 ^a	75.65±10.31 a
13	75,65±13,26A	78,45±10,04A	81,22±8,36 ^a	78.34±9.962 a

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem pelo teste de Tukey (p<0,06). **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado

A partir da semana 5 foi observada uma inversão de consumo entre os grupos, sendo que os grupos 4MGR e 4MFLO apresentaram maior consumo de concentrado, porém sem efeitos no

ganho de peso. Isso demonstra que o grupo 4MFI apresentou um melhor aproveitamento do concentrado uma vez que ingeriu menor

quantidade de concentrado e apresentou o mesmo ganho de peso que os demais grupos.

A partir da semana 8 o consumo e também o ganho de peso foram estatisticamente iguais

entre os grupos. Isso demonstra que os animais dos grupos 4MGR e 4MFLO alcançaram o rendimento observado pelo grupo 4MFI nas semanas anteriores.

Tabela 8 – Ganho de peso corporal (médias) de bezerros da raça holandesa alimentados com 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado com milho de diferentes granulometrias

Idade (semanas)	Grupos			
	4MFI	4MFLO	4MGR	Média
1	-0,4	0,4	-0,74	-0,25
2	0,15	0,8	0,6	0,52
3	1,31	1,73	1,96	-0,25
4	1,79	2,57	2,94	0,52
5	2,11	2,01	3,25	1,67
6	3,28	3,63	3,85	2,43
7	4,88	4,85	5,18	2,46
8	3,15	5,07	3,39	3,59
9	5,69	5,41	7,07	4,97
10	5,7	4,98	4,77	3,87
11	5,45	4,34	5,43	6,06
12	3,25	4,38	5,7	5,15

4MFI – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado

As maiores taxas de ganho de peso foram observadas após o desaleitamento. A partir da 9ª semana observou-se maiores médias de ganho de peso com o maior pico na 11ª semana de vida

(Tab.8 e fig.4), após o desaleitamento observou-se uma maior consumo de concentrado, o que justifica as maiores taxas de ganho de peso nesta fase.

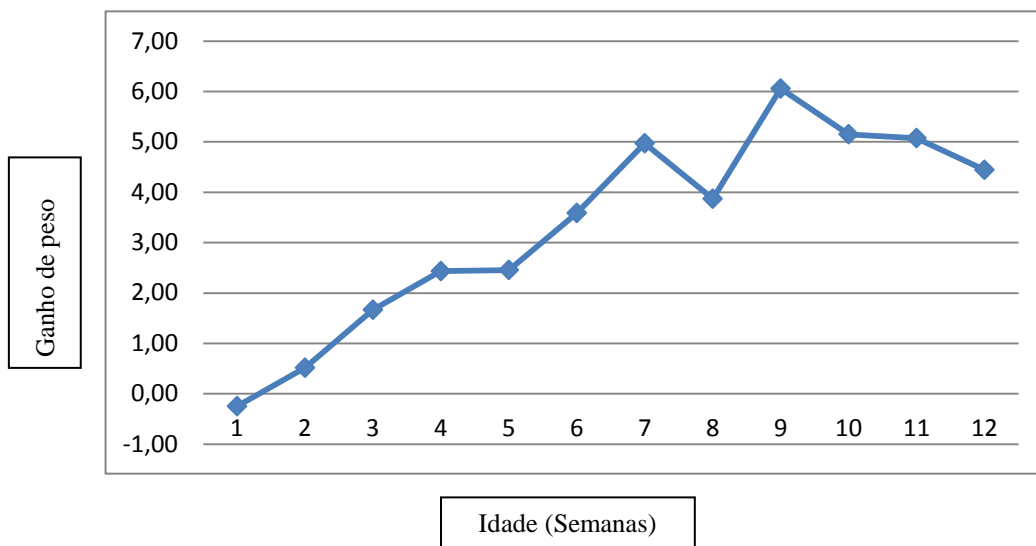


Figura 4 – Ganho de peso corporal de bezerros da raça holandesa alimentados com 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado com milho de diferentes granulometrias da primeira à décima segunda semana de vida

4.2.3. pH rumenal

O grupo milho floculado foi o que apresentou o menor pH ao longo do experimento, seguido pelo grupo milho fino e finalmente pelo grupo milho grosso, com o maior pH mensurado (Tab. 9). O milho grosso, por apresentar maior granulometria, pode ter levado os bezerros a mastigarem mais o alimento, o que estimula a salivação e a elevação do pH do rúmen. Além disso um concentrado com maior granulometria possui capacidade de estimular mecanicamente o rúmen, por apresentar maior quantidade de partículas de tamanhos maiores (Abdelgair e Morrill, 1995). O milho floculado, apesar de ter partículas grandes, tem o amido mais exposto à fermentação bacteriana, com carboidratos rapidamente fermentáveis e maior produção de ácidos graxos voláteis (AGV's), que acidificam o ambiente rumenal, (Theurer et al., 1986). Os valores de pH encontrados para o grupo 4MFLO são característicos de acidose subclínica (pH abaixo de 6), que pode causar danos à saúde dos

bezerros (Bauer et al., 1995). Além disso, estando o pH muito baixo no rúmen, ocorre maior risco de queratinização do epitélio, diminuindo a área absorptiva e consequentemente o desempenho dos bezerros (Greenwood, 1997). A queratinização faz com que ocorram perdas irreversíveis de epitélio absorptivo, o que pode causar diminuição do desempenho dos animais por toda a vida (Hinders e Owen, 1965). Segundo Quigley (2005), um pH normal para bezerros estaria em torno de 6,5 a 7,0.

O pH rumenal foi maior que o relatado na literatura. Kesler et al. (1951) encontraram valores de pH em torno de 5,5 para bezerros até 30 dias, em coleta direta no rúmen de animais eutanasiados. Essa diferença dos valores encontrados no presente trabalho pode ser devida à contaminação com saliva nas coletas. Como a metodologia utilizada foi padrão para todas as amostras, a diferença observada parece ser do protocolo alimentar.

Tabela 9 – pH do suco rumenal de bezerros da raça holandesa dos 15 aos 90 dias de idade alimentados com concentrado de diferentes granulometrias

Grupos	Idade (Dias)						Média
	15	30	45	60	75	90	
4MFLO	5,9	5,9	5,5	5,7	5,9	5,9	5,8 C
4MGR	6,9	6,7	6,7	6,7	6,7	7,2	6,8 A
4MFI	6,4	6,4	6,0	6,7	6,4	7,0	6,5 B
Média	6,4 ab	6,4 ab	6,1 b	6,3 ab	6,3 ab	6,7 a	

Médias seguidas de letras minúsculas nas linhas e maiúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,06$), CV = 7,53. **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado.

Outro motivo que pode ter levado à elevação do pH do suco de rúmen foi a ingestão da gramínea do piquete. Alguns animais conseguiram ingerir uma quantidade razoável da cobertura vegetal onde estavam alojados. No entanto não foi possível mensurar a quantidade que cada animal ingeriu, impossibilitando uma análise da influência deste volumoso no pH do suco de rúmen.

4.3. PERFIL METABÓLICO DE BEZERROS DE 5 A 90 DIAS DE IDADE EM DIFERENTES PROTOCOLOS ALIMENTARES

4.3.1 PROTEÍNAS

Proteínas totais (PT)

A concentração total de proteínas no soro dos bezerros foi consideravelmente influenciada pela idade (Tab. 10 e figura 5). Foi observada aos cinco dias uma concentração de PT de 5,68 até 6,65g/dL, variando entre os grupos. Este valor está dentro dos valores de referência observados (Tabela 11) e está relacionado com a ingestão de colostro em quantidades adequadas

a uma boa transferência de imunidade passiva que, segundo Tyler et al., (1996) é acima de 5,2 g/Dl. Nos primeiros dias de vida, devido à ingestão de colostro e à alta absorção de proteínas no intestino é observada uma elevação nas proteínas plasmáticas totais, como no trabalho de Kurz e Willett (1991), que observaram uma elevação das PT's de 4,6 g/dL ao nascimento para 5,7 g/dL aos cinco dias de idade.

Os grupos 4MFI, 4MGR e 6MFI apresentaram uma diminuição das PT's aos quinze dias de idade, o que não foi observado nos demais grupos. Como este valor variou dentro dos grupos e não entre os grupos atribui-se esta variação às diferenças de transferência de imunidade passiva e maior ou menor quantidade de proteínas no colostro fornecido.

A partir dos quinze dias de idade foi observada uma estabilidade em todos os grupos até o período peri-desaleitamento. Aos 60 dias foi observada uma elevação das PT's no grupo 4MGR, fato observado apenas aos 75 dias nos demais grupos. Esta idade condiz com um desenvolvimento muito grande do retículo-

rumen e com o estabelecimento de um sistema imune mais efetivo, com aumento da imunidade ativa (Davis e Drackley, 1998), fatores que

podem ter contribuído para que os animais apresentassem elevação de PT's próximo ou após o desaleitamento.

Tabela 10 – Concentração de proteínas totais séricas (g/dL) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Grupos	Idade (dias)						
	5	15	30	45	60	75	90
4MFLO	5,68±0,91 Ab	5,62±1,11 Ab	5,67±1,08 Ab	5,67±0,80 Ab	5,82±0,93 ABb	6,32±0,41 Aa	6,92±0,57 Aa
4MGR	6,65±0,69 Aa	6,14±0,92 Ab	5,37±0,34 Ab	6,12±0,86 Ab	6,7±0,95 Aa	6,79±1,01 Aa	7,25±0,96 Aa
4MFI	6,63±1,63 Aa	5,13±0,37 Ab	5,32±0,26 Ab	5,26±0,65 Ab	5,62±0,86 ABb	6,20±0,82 Aa	6,17±0,64 Aa
6MFI	6,55±1,36 Aa	5,32±0,61 Ab	5,50±1,00 Ab	5,69±0,63 Ab	5,73±0,64 ABb	6,95±0,78 Aa	6,27±0,81 Aa
6/4MFI	5,78±0,35 Ab	5,60±0,88 Ab	5,42±0,85 Ab	5,48±0,66 Ab	5,37±0,42 Bb	6,28±0,86 Aa	6,95±0,69 Aa

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey. **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

Aos 60 dias de idade foi observada uma diferença na concentração de PT entre os grupos 4MGR e 6/4MFI, com média maior no grupo 4MGR. Foi observado também que o consumo de concentrado nesta idade foi maior para o grupo 4MGR que para o grupo 6/4MFI (0,822 e 0,593 Kg, respectivamente). Esta maior ingestão de concentrado pode ter levado à maior produção hepática de albumina, que contribuiu para maior concentração de PT. Segundo Contreras (2000), a ingestão de maior quantidade de proteínas pode refletir em maior produção de albumina. A produção de

albumina, por sua vez, está relacionada com a capacidade hepática de síntese protéica. Com o estabelecimento de uma microbiota rumenal efetiva, o perfil de aminoácidos absorvidos no intestino muda consideravelmente, uma vez que a fonte de proteínas dos bezerros anteriormente provenientes do leite agora são provenientes dos microorganismos da microbiota rumenal. Assim, o perfil de desaminação hepático dos aminoácidos no período peri-desaleitamento está passando por intensas mudanças para adaptação ao novo estado metabólico do animal. Uma maior produção de proteínas, refletida pela

maior concentração de PT pode ser um reflexo ativo.
de um fígado mais maduro e metabolicamente

Tabela 11 – Valores da literatura da concentração de proteínas totais (PT) séricas em bezerros de diferentes faixas etárias

	Idade	Valor	Referência
PT (g/dL)	Nascimento	4,6 ± 0,2	Kurz e Willett (1991)
	5 dias	5,7 ± 0,1	Kurz e Willett (1991)
	16 dias	6,4 ± 0,4	Jezeq, et al. (2006)
	28 dias	5,1	Hammon et al. (2002)

Apesar dos animais dos grupos 6MFI e 6/4 MFI terem ingerido maior quantidade de sucedâneo de leite, não foram observadas diferenças estatísticas entre estes grupos e os grupos alimentados com menor quantidade de sucedâneo de leite. Isso demonstra que a

ingestão de concentrado interferiu mais na concentração de proteínas totais que a quantidade de leite fornecida, uma vez que esta elevação coincidiu com o desaleitamento, deflagrando um maior consumo de concentrado.

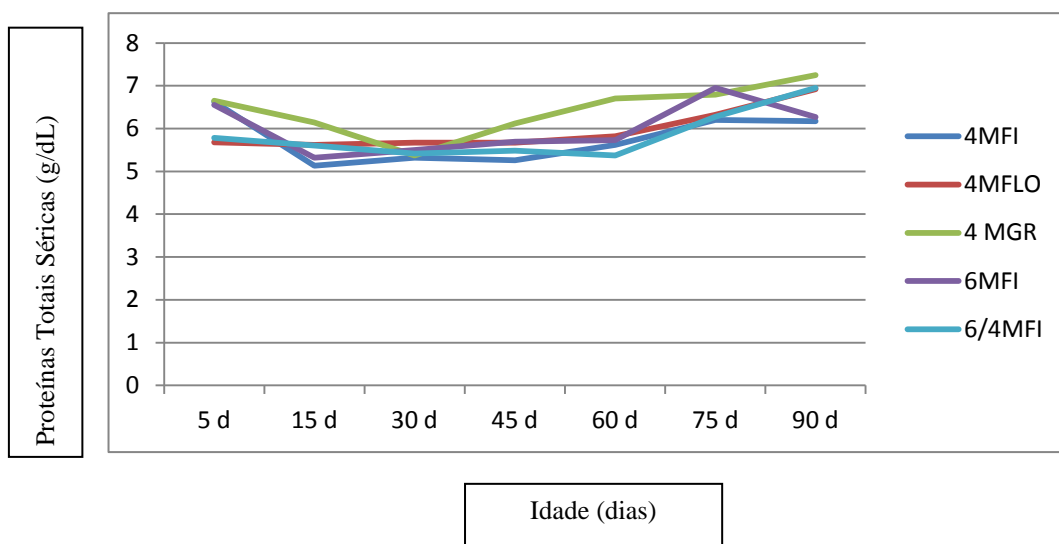


Figura 5 – Concentração de proteínas totais séricas (g/dL) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Albumina

A albumina se manteve estável até o período peri – desaleitamento (Tab.12 e fig.6) e os valores observados foram menores do que os

encontrados na literatura até os 60 dias de idade (Tab.13). Após o desaleitamento uma elevação foi observada (aos 60 dias para os grupos 4MFLO e 4MGR e aos 75 dias para os demais

grupos), com valores dentro dos valores de referência. Ou seja, a albumina alcança valores normais apenas após o aumento do consumo de concentrado, o que pode levar à hipótese de que isso possa ser devido ao fornecimento de uma dieta inicial hipoproteica uma vez que, após a diluição, o sucedâneo apresenta um valor de proteína inferior ao leite integral, 2,80% e 3-3,5% de proteína bruta, respectivamente.

Outra hipótese seria a diarreia. Esta elevação no período peri-desaleitamento não foi observada

em outros trabalhos, nos quais a albumina se mostrou estável. Egli e Blum (1998) observaram uma queda da albumina nas primeiras 24 horas de vida, com posterior elevação da albumina até os 30 dias de idade, com manutenção da estabilidade da concentração sérica até os 84 dias. Jezek et al. (2006) também observaram elevação da albumina a partir do primeiro dia de vida, porém com uma tendência a se manter estável até as 24 semanas de idade.

Tabela 12 – Concentração de Albumina (g/dL) em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Grupos	Idade (dias)						
	5	15	30	45	60	75	90
4MFLO	2,70±0,13 Ab	2,83±0,38 Ab	2,97±0,47 Ab	2,95±0,22 Ab	3,15±0,57 Aa	3,34±0,40 Aa	3,53±0,47 Aa
4MGR	2,72±0,38 Ab	2,73±0,23 Ab	2,80±0,17 Ab	2,98±0,39 Ab	3,25±0,40 Aa	3,50±0,35 Aa	3,77±0,40 Aa
4MFI	2,87±0,16 Ab	2,63±0,42 Ab	2,85±0,27 Ab	2,83±0,29 Ab	3,02±0,44 Ab	3,55±0,61 Aa	3,20±0,17 Aa
6MFI	2,82±0,24 Ab	2,65±0,21 Ab	2,80±0,33 Ab	2,62±0,27 Ab	2,73±0,27 Ab	3,40±0,64 Aa	3,38±0,46 Aa
6/4MFI	2,72±0,08 Ab	2,60±0,44 Ab	2,80±0,30 Ab	2,88±0,47 Ab	2,98±0,17 Ab	3,27±0,52 Aa	3,63±0,46 Aa

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey. **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

A concentração da albumina sérica variou com a idade, mas não se observou influência das diferentes dietas fornecidas na concentração de albumina. Este resultado concorda com

Hammon et al. (2002) que não encontraram correlação entre o fato de alimentar bezerros com maior quantidade de leite e a concentração de albumina sérica. Apesar de a albumina ser

uma fonte prontamente disponível de aminoácidos para o *turnover* de proteínas dos tecidos periféricos, sua produção está limitada porque esta proteína tem uma função regulatória na pressão oncótica do sangue (Kaneko et al., 2008). Dessa forma, sua concentração será mais afetada em caso de dieta hipoproteica, na qual a

disponibilidade de aminoácidos para sua síntese é mais limitada que em casos de dieta hiperproteica (Gonzales, 2000). Quando a ingestão de proteínas supera a quantidade necessária, o fígado utiliza os aminoácidos excedentes como fonte de energia para uso ou para ser armazenada (Kaneko et al., 2008).

Tabela 13 – Valores encontrados na literatura para albumina em bezerros de diferentes faixas etárias

	Idade	Valor	Referência
Albumina (g/dL)	Nascimento	3,3	Kurz e Willett (1991)
	24 horas	2,9	Kurz e Willett (1991)
	5 dias	3,2	Kurz e Willett (1991)
	1 – 14 dias	2,2-3,3	Lumsden e Rowe (1980)
	30 dias	3,2± 0,19	Jezek et al. (2006)
	45 dias	3,2 ± 0,23	Jezek et al. (2006)
	84 dias	3,3 ± 0,22	Jezek et al. (2006)

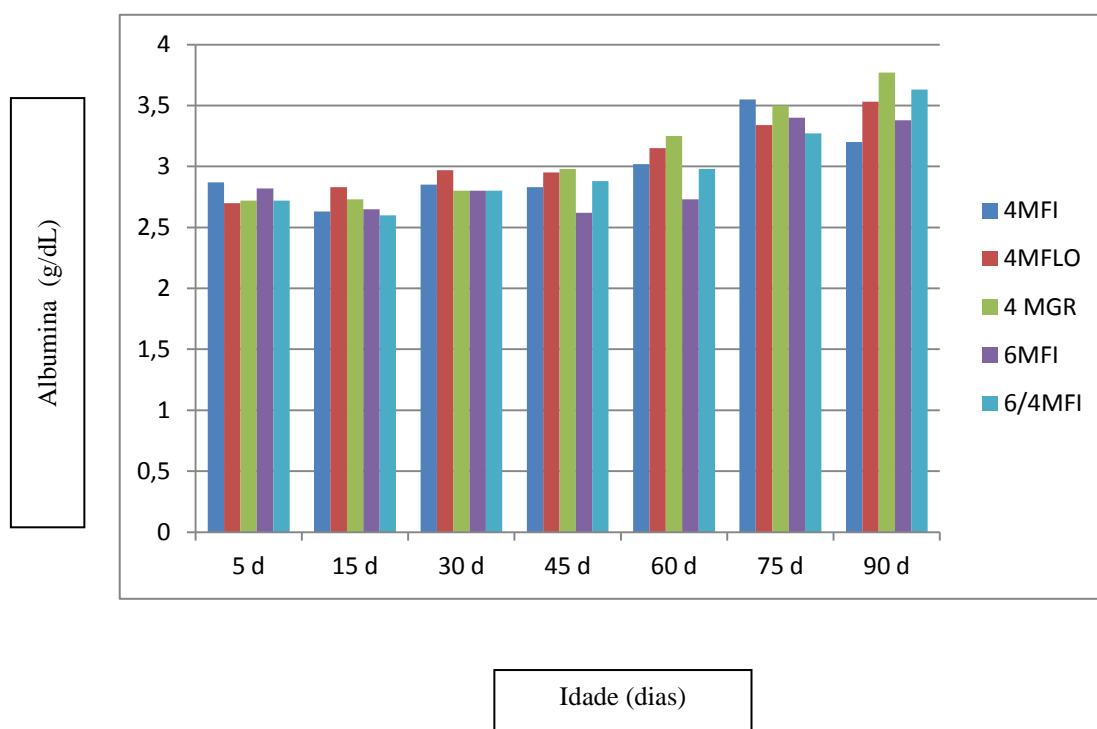


Figura 6 – Concentração de Albumina (g/dL) em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

GLOBULINAS

A concentração de globulinas se manteve constante ao longo do tempo e não variou frente às diferentes dietas fornecidas (Tab.14 e Fig. 7). As globulinas aumentam sua concentração sérica após a ingestão de colostro nas primeiras horas de vida. Até por volta dos 60 dias de idade há o predomínio de imunoglobulinas provenientes da transferência passiva e à

medida que as imunoglobulinas colostrais diminuem sua concentração no sangue, a produção de imunoglobulinas próprias aumenta (Davis e Drackley, 2008). Desta forma, pode ser que não se observe queda ou elevação da concentração de globulinas no sangue, devido a um equilíbrio estabelecido pela queda da imunidade passiva e elevação da imunidade ativa.

Tabela 14 – Concentração de Globulinas (g/dL) observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.

GRUPOS	IDADE (DIAS)						
	5	15	30	45	60	75	90
4MFLO	2,98±0,91 Aa	2,79±0,89 Aa	2,69±1,00 Aa	2,72±0,60 Aa	2,67±0,58 Aa	2,48±1,24 Aa	3,39±0,39 Aa
4MGR	3,28±1,69 Aa	2,84±1,54 Aa	2,57±0,46 Aa	3,14±0,65 Aa	3,45±0,94 Aa	3,29±1,09 Aa	3,48±0,61 Aa
4MFI	3,77±1,51 Aa	2,50±0,64 Aa	2,47±0,25 Aa	2,43±0,39 Aa	2,60±0,79 Aa	2,65±0,94 Aa	2,97±0,56 Aa
6MFI	3,73±1,18 Aa	2,67±0,50 Aa	2,70±0,84 Aa	3,07±0,65 Aa	3,00±0,59 Aa	3,55±0,63 Aa	2,88±0,46 Aa
6/4MFI	3,07±0,31 Aa	2,50±1,31 Aa	2,62±0,65 Aa	2,60±0,29 Aa	2,38±0,51 Aa	3,02±0,63 Aa	3,32±0,83 Aa

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades. **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e ração de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e ração de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e ração de milho quebrado; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e ração de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e ração de milho fino

Autores reportaram diferenças entre animais alimentados com maior ou menor quantidade de leite. Khan et al. (2007 b) observaram maiores concentrações de IgA e IgG durante o período

pré – *step*, atribuindo este fato ao maior consumo de leite nesta fase. Segundo estes autores, um melhor aporte de nutrientes potencializa o desenvolvimento do eixo

somatotrópico, que tem grande influência sobre o desenvolvimento e funcionalidade do sistema imune. De acordo com Nonnecke et al. (2003), uma dieta hipoproteica pode levar a um subdesenvolvimento tanto do eixo somatotrópico como também do sistema imune, mesmo após a desmama. No entanto, no

presente trabalho tais diferenças não foram observadas, sendo necessária para esta avaliação uma metodologia mais específica como, por exemplo um proteinograma por eletroforese em gel de poliacrilamida, que separa as frações proteicas do sangue, inclusive as proteínas de fase aguda (Fagliari et al., 2006).

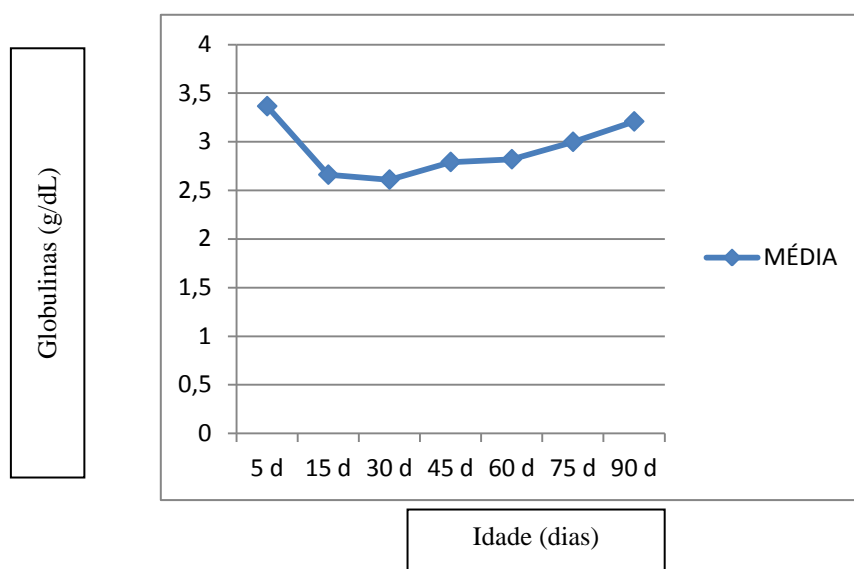


Figura 7 – Concentração de Globulinas (g/dL) em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

RELAÇÃO ALBUMINA: GLOBULINA (A:G)

Aos cinco dias de idade foi observada uma relação A:G menor nos grupos 4MGR e 6MFI em relação às demais idades (Tab.15). Considerando que os bezerros estavam em bom estado de saúde e não apresentavam nenhuma anormalidade na produção de albumina nesta idade, esta relação diminuída pode ser devida à elevada ingestão de imunoglobulinas do colostro.

Não houve variação entre os grupos uma vez que todos foram colostrados de forma semelhante. Aos quinze dias foi observada uma elevação da relação A:G no grupo 4 MGR em relação aos cinco dias. Isso se deve à

diminuição que houve na média de globulina nesta idade. Embora para este parâmetro não tenha havido diferenças estatísticas, na relação A:G houve diferença. Isso demonstra a importância da avaliação da razão A:G, que pode demonstrar diferenças significativas mesmo que isoladamente os parâmetros não variem.

Foi observada elevação dos valores de proteína total (Tab. 10) e de albumina (tab.12) após o desaleitamento, concomitante com a elevação do consumo de concentrado. Desta forma, infere-se que a concentração de albumina está muito mais relacionada à dieta que a concentração de imunoglobulinas, que não variou.

Tabela 15 – Relação Albumina:Globulina observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.

Grupos	Idade (dias)						
	5	15	30	45	60	75	90
4MFLO	0.98±0.31 Aa	1.09±0.34 Aa	1.25±0.49 Aa	1.12±0.19 ABa	1.22±0.28 Aa	1.11±0.18 Aa	1.06±0.20 Aa
4MGR	0.70±0.13 Ab	0.82±0.12 Aba	1.12±0.22 Aa	0.98±0.19 ABab	1.03±0.43 Aa	1.16±0.40 Aab	1.09±0.11 Aab
4MFI	0.85±0.28 Aa	1.14±0.41 Aa	1.17±0.18 Aa	1.18±0.11 Aa	1.26±0.45 Aa	1.62±1.14 Aa	1.10±0.17 Aa
6MFI	0.80±0.21 Ab	1.02±0.20 Aab	1.11±0.34 Aa	0.88±0.20 Ba	0.94±0.23 Aab	0.99±0.27 Aab	1.19±0.15 Aa
6/4MF	0.89±0.07 Aa	0.90±0.12 Aa	1.13±0.32 Aa	1.11±0.14 ABa	1.31±0.34 Aa	1.12±0.27 Aa	1.16±0.30 Aa

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott., Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey. **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e ração de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e ração de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e ração de milho quebrado; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e ração de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e ração de milho fino

Segundo Kaneko et al. (2008), um valor de A:G normal para vacas adultas seria entre 0,8 e 0,9. dispostos na tabela 16 e foram menores do que os encontrados no presente trabalho.

Valores encontrados na literatura estão

Tabela 16 – Relação Albumina:Globulina observada em bezerros em diferentes idades

	Idade	Valor	Referência
A:G	0 – 8 horas	0,93 ± 0,34	Leal et al., 2003
	24 horas	0,62 ± 0,30	Leal et al., 2003
	5 dias	0,66 ± 0,13	Leal et al., 2003
	15 dias	0,68 ± 0,18	Leal et al., 2003
	30 dias	0,85 ± 0,18	Leal et al., 2003
	60 dias	1,53 ± 0,25	Costa et al., 2008
	90 dias	1,73 ± 0,28	Costa et al., 2008

4.3.2 ENZIMAS

Fosfatase alcalina (ALP)

A atividade sérica da fosfatase alcalina (ALP) não variou entre os grupos, mas variou com a idade (Tab. 17 e Fig. 8). Um valor significativamente maior da ALP foi observado no quinto dia de vida em todos os grupos, possivelmente devido à ingestão de colostro. Fagliari et al. (1996) observaram índice de

correlação positiva entre a atividade sérica da ALP e a fração de imunoglobulinas séricas desde a ingestão do colostro até os quatro dias de idade, com valores de correlação diminuindo progressivamente ao longo do tempo (índices de correlação de 0,71 no primeiro dia de vida e 0,50 aos cinco dias). No presente experimento a primeira coleta de sangue foi realizada aos cinco dias de idade. Possivelmente seriam encontrados valores superiores se a coleta tivesse sido feita anterior aos cinco dias.

Tabela 17 - Atividade sérica de ALP – Fosfatase alcalina (U/L) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Grupos	Idade (dias)						
	5	15	30	45	60	75	90
4MFLO	266,83±69 ,75Aa	132,83±54,1 9Ab	162,66±117, 3Ab	242,50±19 7,43Aa	296,33±184, 9Aa	264,60±116, 23Aa	318,00±66, 80Aa
4MGR	261,40±11 8,79Aa	128,80±73,6 3Ab	121,33±55,3 Ab	190,16±86 ,10Aa	242,50±106, 71Aa	215,33±72,9 8Aa	250,00±53,17 Aa
4MFI	295,50±10 5,55Aa	156,83±54,7 1Ab	112,83±24,4 Ab	181,12±59 ,72Ab	261,83±93,4 5Aa	196,83±105, 89Ab	238,50±56,42 Aa
6MFI	266,50±10 3,8Aa	124,50±26,3 7Ab	162,50±94,1 0Ab	157,33±47 ,81Ab	213,50±62,6 6Aa	234,83±81,8 5Aa	236,33±52,01 Aa
6/4MFI	252,66±84 ,86Aa	116,60±17,1 6Ab	179,83±78,5 4Ab	138,66±25 ,68Ab	226,16±38,7 8Aa	223,50±100, 8Aa	244,00±81,95 Aa

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott,. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey. **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

Aos 15 dias, foi observado um valor inferior ao encontrado anteriormente para todos os grupos e se manteve constante até os 30 dias. Aos 45 dias os grupos 4MGR e 4MFLO tiveram uma

elevação de ALP em relação ao que foi observado nos dias 15 e 30. Aos 60 dias, esta elevação foi verificada nos demais grupos e se manteve constante até os 90 dias, exceto no

grupo 4MFI, que teve uma diminuição da ALP aos 75 dias. Este perfil de elevação da ALP coincide com os momentos quando ocorreram as maiores taxas de ganho de peso e aumento no consumo de concentrado (vide Tabelas 4,5,6 e 7), indicando o desenvolvimento e crescimento dos animais após o desaleitamento.

Foi observado um valor elevado da atividade sérica da ALP até os 90 dias de idade. Em alguns trabalhos os autores relatam valores de ALP inversamente proporcionais ao desenvolvimento etário (Fagliari et al., 1998a; Fagliari et al., 1998b), mas uma vez que a fosfatase alcalina está muito relacionada com o metabolismo ósseo, muitos autores vêm sugerindo que sua atividade sérica é maior em

animais cujo metabolismo ósseo está aumentado, como, por exemplo, animais em fase de crescimento, com doença óssea e com dieta pobre em fósforo ou zinco (Boyd et al., 1989; Hays e Swenson, 1996; Anderson et al., 2004; Kaneko, 2008). Fay et al. (1981) encontraram uma alta atividade de ALP no duodeno e no íleo de bezerros que não ingeriram colostro e sugeriram que a atividade de ALP pode ser de origem colostrálica ou de origem intestinal. Fagliari et al. (1996) observaram que, no sexto dia de idade, a correlação entre ALP e imunoglobulinas não é significativa, no entanto mesmo após 11 meses de idade a ALP ainda é superior à encontrada em animais adultos (Bouda et al., 1980; Kurz e Willett, 1991; Fagliari et al., 1998b).

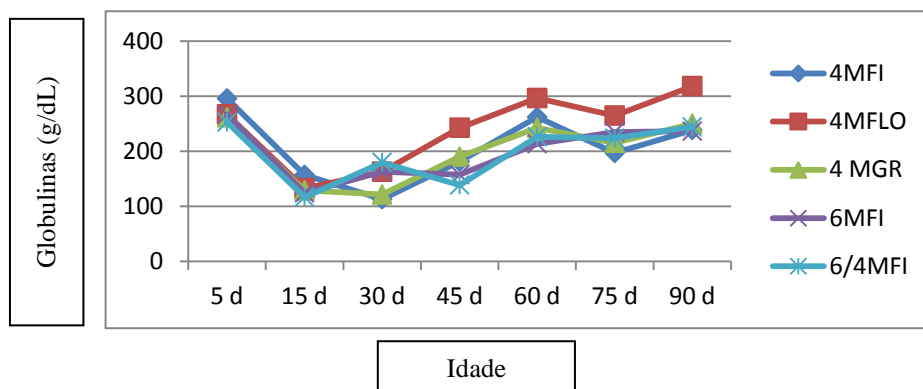


Figura 8 - Atividade sérica de ALP – Fosfatase alcalina (U/L) em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

No presente trabalho a atividade sérica da ALP foi alta até os 90 dias de idade, valores justificáveis, já que a faixa etária aqui observada é de animais em fase de crescimento. Os valores encontrados foram superiores aos encontrados em animais adultos, reforçando a evidência de

que há uma inter-relação entre a ALP e o crescimento do animal. Na tabela 18 podem ser observadas médias da atividade sérica da ALP em três idades diferentes, demonstrando o quanto a atividade sérica da ALP diminui vagarosamente ao longo do crescimento.

Tabela 18 – Valores médios encontrados na literatura da atividade sérica da fosfatase alcalina (ALP) em bovinos em diferentes faixas etárias.

IDADE	ALP (UI/L)	REFERÊNCIAS
0 – 2 MESES	288,08	Borges (2008)
	250	Vilela (2011)
	395	Kurz e Willett (1991)
3 – 11 MESES	114,9	Borges (2008)
	103,36	Fagliari et al. (1998b)
	133	Kurz e Willett (1991)
	43,61	Borges (2008)
ADULTOS	64	Bouda et al. (1980)
	95,42	Fagliari et al. (1998b)

A atividade sérica da ALP não variou entre os grupos alimentados com mais ou menos quantidade de leite e se manteve bastante estável ao longo do período experimental. Apenas aos 75 dias o grupo 4MFI apresentou uma diminuição da ALP. Isso pode estar relacionado com o desaleitamento, ocorrido aos 60 dias. Embora a meia vida plasmática da ALP de origem óssea não seja conhecida (Hoffman e Solter, 2008), o impacto do desaleitamento sobre o crescimento pode ter ocorrido a médio prazo. É possível que, em uma coleta posterior aos 60 dias e, anterior aos 75, esse perfil pudesse ter sido até mais instável do que o observado.

Gama glutamiltransferase (GGT)

A Gama glutamiltransferase (GGT) em todos os grupos apresentou um perfil inicial semelhante ao da ALP, com elevada atividade aos 5 dias de idade (Tab. 19 e Fig.9). Por ser uma enzima que está presente em quantidade relativamente alta no colostro, é transferida ao bezerro juntamente com as imunoglobulinas (Braun et al., 1982). A GGT tem uma correlação mais alta com os níveis de imunoglobulinas séricas que a ALP. Fagliari et al. (1996) encontraram índice de correlação entre a atividade sérica de GGT e ALP e os níveis de imunoglobulinas sanguíneas aos 5 dias de idade de 0,68 e 0,50, respectivamente. Ferreira (2012) encontrou média correlação da GGT e da proteína total com IgG plasmática (0,48 e 0,63, respectivamente).

Tabela 19 - Atividade sérica de GGT – Gama glutamiltransferase (UI/L) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Grupos	Idade (dias)						
	5	15	30	45	60	75	90
4MFL O	488,5±308,4 Aa	97,6±37,7 Ab	43,5±16,2 Ac	30,7±10,5 Ac	19,5±5,5 Ad	14,8±6,4 Ad	35,7±44,7 Ad
4MGR	181,6±58,3 Ba	50,6±2,2 ABb	25,17±8,13 Ac	30,3±21,9 Ac	38,0±29,4 Ac	16,3±7,3 Ad	17,8±8,1 Ad
4MFI	212,67±172,4 Ba	47,67±22,9 Bb	26,00±11,1 7Ac	24,33±8,04 Ac	23,50±10,56 Ac	15,00±5,06 Ad	15,00±3,56 Ad
6MFI	270,67±124,8 Aba	49,50±11,5 ABb	30,33±8,31 Ac	27,00±3,52 Ac	23,33±8,62 Ad	15,40±6,07 Ad	16,00±7,65 Ad
6/4MFI	187,83±51,57 Ba	46,25±20,9 Bb	33,17±6,11 Ab	27,83±5,64 Ac	24,33±4,50 Ac	19,83±5,19 Ac	13,40±6,88 Ad

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey. **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

Foi observada uma variação entre os grupos experimentais, mas apenas aos 5 e 15 dias de idade. Aos cinco dias alguns grupos apresentaram atividade de GGT mais baixa que os outros e isso pode ser devido a diferenças ocorridas na colostragem, uma vez que o colostro foi proveniente de mais de uma propriedade. Essa diferença de colostragem pode ser percebida também entre os animais do mesmo grupo pela apresentação de elevado desvio padrão das médias observadas.

Aos 15 dias de idade os bezerros destes grupos ainda mantiveram atividade de GGT mais baixa, o que pode ser ainda reflexo da GGT colostragem. Foi observada uma grande diferença entre as

determinações feitas no dia cinco e no dia 15. Essa diminuição observada aos 15 dias de vida em todos os grupos pode ser devida à degradação da GGT colostragem. Segundo Fagliari et al. (1996), o *clearance* da GGT no sangue é mais rápido que o das imunoglobulinas. No entanto, a meia vida da GGT plasmática em bovinos não é conhecida (Hoffman e Solter, 2008). Benesi et al. (2003) observaram uma considerável redução de atividade sérica da GGT já aos 11 dias de idade (Tab. 20) e, aos 90 dias de idade, a atividade sérica da GGT se encontrava semelhante ao observado em animais adultos.

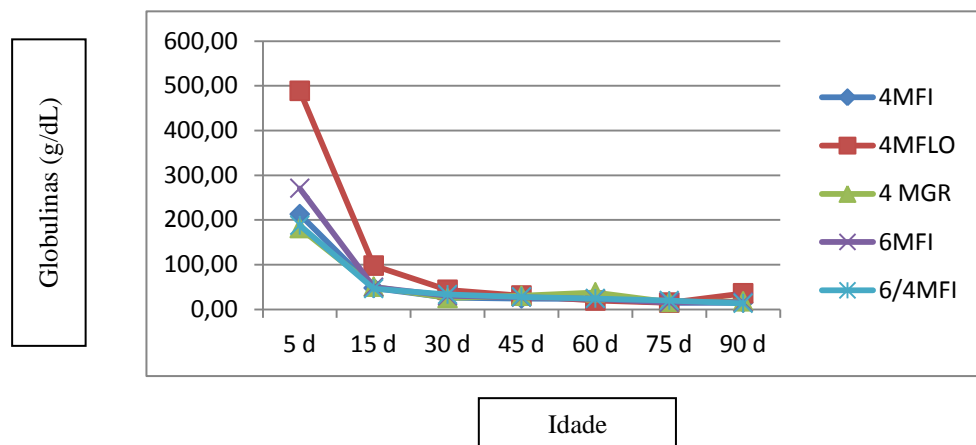


Figura 9 – Atividade sérica de GGT (Gama Glutamilttransferase) (U/L) em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Nos grupos de avaliação dos efeitos da granulometria do concentrado, a atividade sérica da GGT foi diminuindo ao longo das mensurações e se manteve estável dos 30 aos 60 dias, exceto no grupo milho floculado, que

apresentou uma diminuição já aos 60 dias. Aos 75 dias, primeira coleta após o desaleitamento, foi observada uma diminuição da atividade sérica de GGT em todos os animais de todos os grupos.

Tabela 20 – Valores da atividade de GGT (Gama glutamilttransferase) sérica da literatura para bovinos de diferentes faixas etárias

IDADE	GGT (UI/L)	REFERÊNCIAS
5 DIAS	270	Benesi et al. (2003)
	293	Fagliari et al.(1996)
	367.1	Bouda et al., 1980
15 DIAS	24	Benesi et al. (2003)
	155.9	Bouda et al. (1980)
ADULTOS	32,1	Bouda et al. (1980)
	16,33	Fagliari et al. (1998b)

Após a diminuição do fornecimento aos 30 dias para os animais do grupo 6/4MF não foram observadas diferenças entre tratamentos, indicando que, para atividade de GGT, o 6/4MF se manteve estável a este procedimento. Aos 75 dias, coleta mais próxima ao desaleitamento, o

grupo 6/4MF manteve-se com valores estáveis de GGT enquanto os demais grupos já se encontravam com valores semelhantes a animais adultos, segundo a literatura consultada (Tab.20). Uma vez que nesta idade, toda a GGT sérica, é proveniente dos tecidos do animal, não

havendo mais efeitos da GGT colostrar, pode-se inferir que o estabelecimento de um metabolismo hepático semelhante ao de animais

adultos tenha ocorrido primeiro nos grupos 6MFI e 4MFI.

Tabela 21 – Atividade sérica de ALT – Alanina aminotransferase (UI/L) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Grupos	Idade (dias)						
	5	15	30	45	60	75	90
4MFLO	29,33±13,71 Bb	44,17±12,53 Aa	32,17±9,52 Ab	34,50±9,27 ABb	33,33±11,67 Bb	42,67±13,16 Ba	51,67±10,03 Aa
4MGR	47,80±19,77 Ab	48,60±5,32 Ab	35,67±16,66 Ac	42,00±12,43 Ab	52,33±18,4 ABb	75,33±31,82 Aa	59,60±12,24 Aa
4MFI	42,17±9,41 ABb	35,33±9,58 Ab	25,50±5,72 Ac	40,17±14,97 Ab	40,33±13,95 ABb	56,33±4,5 ABa	62,50±6,76 Aa
6MFI	45,00±9,12 Ab	52,83±21,61 Aa	38,00±15,03 Ab	38,67±10,93 Ab	52,50±9,29 Aa	56,80±4,32 ABa	60,20±14,18 Aa
6/4MFI	38,50±12,93 ABb	32,50±8,7A b	29,33±7,47 Ab	23,17±6,05 Bc	51,50±4,23 Aa	63,83±9,11 ABa	54,20±11,17 Aa

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey. **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

Alanina Aminotransferase (ALT)

Foi observada diferença estatística entre os grupos no dia cinco (Tab.21 e Fig. 10). O grupo 4MFLO apresentou menor valor que os demais grupos e o grupo 4MFI apresentou valores intermediários entre eles. Provavelmente isso não tenha correlação com o protocolo alimentar uma vez que esta coleta foi feita para verificação basal dos animais e nesta idade o consumo de concentrado e sucedâneo ainda era muito pequeno para que houvesse uma interferência da alimentação na atividade sérica

da ALT. Aos 15 dias todos os grupos apresentaram valores estatisticamente semelhantes.

Apesar de ser pouco específica para bovinos na avaliação da função hepática (Kaneko et al., 2008), foi observada variação sérica da Alanina aminotransferase (ALT) nos grupos avaliados. Dentre as análises sanguíneas realizadas, a atividade sérica da ALT foi a que mais variou tanto pelo fator etário quanto pela dieta. Foram encontrados poucos trabalhos com avaliação de ALT em bezerros. A maioria dos trabalhos

utiliza apenas a avaliação da AST. Os valores da atividade da ALT mostrada em trabalhos da literatura foram inferiores aos encontrados no A idade parece ser um fator de grande impacto na atividade sérica da ALT e pela progressão observada dos cinco aos 90 dias, observou-se que à medida que o bezerro cresce e se desenvolve a atividade da ALT aumenta. Isso pode ser devido ao aumento de peso e de funcionalidade do fígado. Os maiores valores da atividade sérica da ALT foram observados após o desaleitamento, quando os bezerros eram dependentes exclusivamente da fermentação rumenal para obtenção de nutrientes. Ao que parece, a ALT tem correlação com a mudança

presente trabalho (Tab.22). Não foram encontrados trabalhos que correlacionassem esta enzima à colostragem em bezerros.

metabólica hepática determinada pelo estabelecimento de um rúmen-retículo funcional.

Aos 45 dias o grupo 6/4MFI apresentou os menores valores de ALT, diferindo dos demais grupos. Como esta coleta é a primeira realizada após a diminuição da quantidade de sucedâneo de leite de seis para quatro litros para este grupo, infere-se que este procedimento tenha causado instabilidade metabólica, refletida na variação da atividade sérica da ALT .

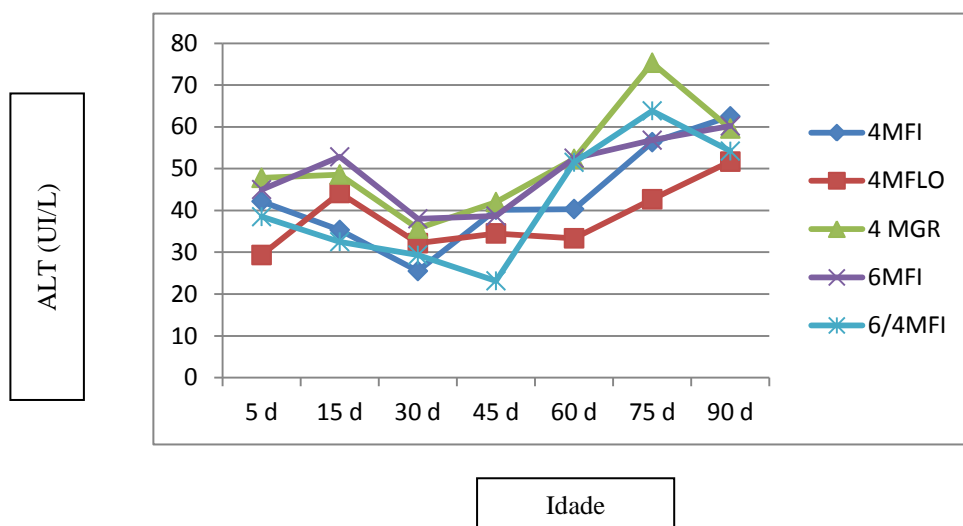


Figura 10 – Atividade sérica de ALT – Alanina aminotransferase (UI/L) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Na avaliação da atividade sérica da ALT aos 75 dias foi observado que o grupo 4MGR apresentou maior média que os demais grupos. Este pode ser o resultado de um maior desenvolvimento rumenal visto que este grupo é o que manifestou o melhor desempenho em

consumo de concentrado e pH rumenal (Tab. 6 e 9). A atividade sérica de ALT neste grupo após o desaleitamento superou até mesmo os grupos que foram alimentados com maior quantidade de leite.

Tabela 22 – Valores de ALT (Alanina aminotransferase) da literatura para bovinos de diferentes faixas etárias

	IDADE	VALOR	REFERÊNCIA
	1-14 dias	2-11	Lumsden e Rowe (1980)
	46-180 dias (lactentes)	13,4-14,4	Fagliari et al. (1998b)
ALT (U/L)	181-360 dias (desmamados)	14,4 – 13,7	Fagliari et al. (1998b)
	Adultos	12,9-15,52	Fagliari et al.(1998b)
	Vacas	11-40	Kaneko et al.(2008)

Aos 90 dias, com exceção do grupo 4MGR que já tinha a atividade de ALT alta desde os 75 dias, foram observados os maiores valores de ALT. Este pode ser um indicativo de desenvolvimento e metabolismo hepático elevados. Nesta fase, quando os animais não mais ingerem proteínas do leite e a obtenção de nutrientes é estritamente pela fermentação rumenal, esta elevação da ALT pode estar diretamente relacionada ao desenvolvimento rumenal.

Aspartato aminotransferase – AST

Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos avaliados e uma variação mínima foi observada por influência do fator etário (Tab. 23 e Fig. 11) para a variável AST.

Benesi et al. (2003) observaram variação significativa da AST sob influência do fator etário até os 2 dias de idade. Alguns trabalhos relataram aumento da atividade de AST sérica em bezerros após ingestão de colostro,

correlacionando-a ao nível de imunoglobulinas séricas (Bouda et al., 1980; Bosted, 1983). Porém, Benesi et al. (2008), observaram que há grande atividade de Creatina quinase (CK), enzima de origem muscular, nas primeiras 24 horas após o nascimento. Como a AST está presente no fígado e também em musculatura cardíaca e esquelética, estes autores sugeriram que o aumento da atividade sérica da AST nas primeiras 24 horas não está relacionada com colostragem e sim, com danos musculares ocorridos no parto ou até mesmo por causa do aumento da atividade muscular. De fato, Fagliari et al.(1996) não encontraram correlação significativa entre a atividade sérica de AST e níveis plasmáticos de imunoglobulinas e Boyd (1989) sugeriu que a concentração desta enzima seria mínima no colostro. Os valores aqui encontrados assim como para ALT foram superiores aos relatados na literatura (Tab. 24).

Tabela 23 - Atividade sérica da AST – Aspartato aminotransferase (UI/L) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Grupos	Idade						
	5	15	30	45	60	75	90
4MFLO	61,17±14,80 Aa	73,33±21,64 Aa	56,00±2,19 Aa	54,17±8,66 Aa	64,33±8,94 Aa	65,50±8,98 Aa	65,33±25,01 Aa
4MGR	54,40±8,11 Ab	61,60±13,81 Ab	53,67±2,42 Ab	53,17±8,01 Ab	60,67±6,28 Ab	79,50±21,51 Aa	73,40±23,50 Aa
4MFI	55,50±10,31 Aa	66,50±23,52 Aa	67,67±6,38 Aa	66,17±21,91 Aa	62,17±13,2 Aa	62,67±8,09 Aa	57,50±4,20 Aa
6MFI	56,83±12,91 Aa	80,17±31,66 Aa	70,33±13,38 Aa	58,00±5,76 Aa	60,17±8,80 Aa	61,00±4,00 Aa	63,60±6,47 Aa
6/4MFI	46,17±10,46 Ab	61,75±9,95 Aa	74,50±19,25 Aa	50,50±8,83 Ab	61,17±5,64 Aa	60,33±6,83 Aa	62,20±15,40 Aa

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey. **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

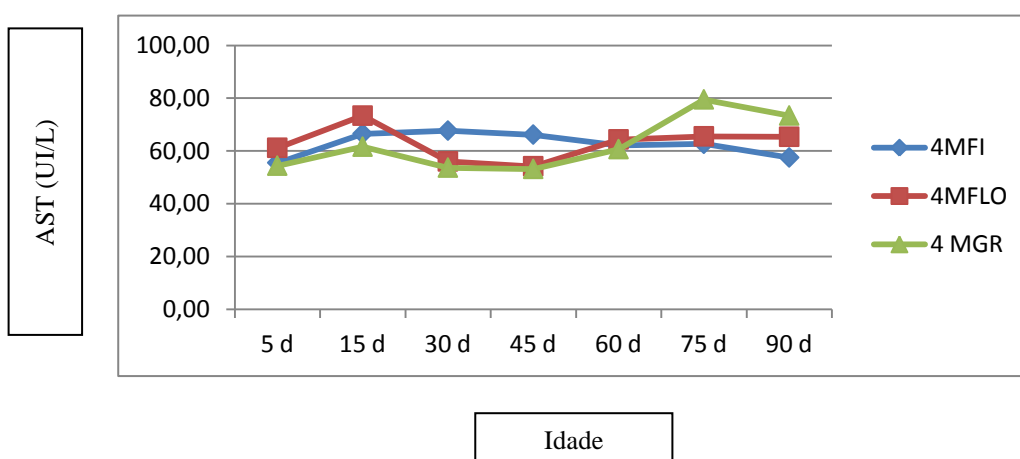


Figura 11 - Atividade sérica da AST – Aspartato aminotransferase (UI/L) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

O grupo 6/4MFI apresentou uma diminuição significativa da AST aos 45 dias, que corresponde à primeira avaliação após a

diminuição do leite (realizada aos 30 dias). Apesar de não diferir estatisticamente dos demais grupos, este grupo demonstrou maior

variação de AST, motivada possivelmente por mudanças metabólicas ocorridas por ocasião da diminuição do leite aos 30 dias, da mesma forma como ocorreu com ALT.

O grupo 4MGR apresentou valores da atividade sérica da AST maiores a partir dos 75 dias, enquanto nos demais grupos, as médias não variaram ao longo do tempo. Assim como para a ALT, a elevação da AST pode estar relacionada com o desenvolvimento hepático, demonstrando uma melhor resposta metabólica do grupo 4MGR após o desaleitamento que os demais grupos.

Na avaliação dos efeitos da quantidade de sucedâneo de leite, a AST se demonstrou bastante estável entre os grupos e os tempos analisados, com exceção do grupo 6/4MF, que apresentou uma diminuição da atividade sérica de AST aos 45 dias, retornando as médias semelhantes às anteriores aos 60 dias. Este fato pode estar relacionado com a diminuição do fornecimento de leite aos 30 dias para este grupo, que pode indicar que este manejo alimentar pode levar a algum tipo de instabilidade metabólica.

Tabela 24. Valores da literatura da atividade sérica de AST em bovinos de diferentes faixas etárias

	Idade	Atividade sérica	Referência
	5 dias	32	Kurz e Willett (1991)
	15 dias	40,27±10,35	Fagliari et al. (1998a)
	30 dias	38,24 ±9,92	Fagliari et al. (1998a)
AST (UI/L)	42 dias	25,1±7,2	Bouda et al. (1980)
	3 meses	37,29	Fagliari et al. (1998b)
	46-180 dias	37,63±11,07	Fagliari et al. (1998b)
	Adultos	37,28±11,8	Fagliari et al. (1998b)

Lactato desidrogenase (LDH)

No presente estudo, a atividade sérica da LDH variou pouco entre os grupos e apresentou uma variação de acordo com o fator etário (Tab. 25 e Fig.12). O perfil da LDH foi muito semelhante em todos os grupos, com os menores valores dos cinco aos quinze dias e uma tendência à estabilidade dos 30 aos 90 dias. A enzima LDH está altamente relacionada com a glicólise

anaeróbia, na qual o piruvato é reduzido a lactato (Kaneko et al., 2008). No parto, devido principalmente às contrações uterinas e à permuta da respiração placentária para a respiração pulmonar, ocorre uma grande utilização do metabolismo anaeróbio para produção de energia (Kurz e Willett, 1991). Nesta ocasião não é raro que se tenha grande produção de lactato e consumo de LDH.

Ferreira (2012), estudando bezerras provenientes de partos distócicos ou eutócicos, observou que a LDH era maior a partir de 24 até 72 horas após o nascimento e sugeriu que esta enzima pode se apresentar baixa alguns dias após o nascimento devido ao seu consumo nas reações de catalisação do piruvato até L-Lactato. Isso provavelmente foi o que ocorreu com os bezerros nos primeiros dias de vida, com menores valores dos cinco aos 15 dias. Kurz e Willett (1991) observaram que a LDH se elevou até as 24 horas de vida e diminuiu até os 6 dias de vida, mas estes autores correlacionaram esta elevação com a ingestão de colostro. Entretanto,

uma correlação da LDH com a colostragem não foi feita em outros trabalhos que avaliam atividade de enzimas séricas e transferência de imunidade passiva.

No estudo de Lumsden et al. (1980), que trabalharam com intervalos de referência para bezerros da raça holandesa foram observados valores do limite inferior menores do que os observados neste trabalho, mas os resultados do limite superior foram semelhantes (Tab.26). E, da mesma forma como foi observado no presente estudo, foi observado um desvio padrão elevado.

Tabela 25 – Atividade sérica de Lactato desidrogenase (LDH) (UI/L) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Grupos	Idade						
	5	15	30	45	60	75	90
4MFLO	369,50±33,2 3 Ab	468,50±153, 21Ab	723,33±155, 14Aa	710,67±232,1 9Aa	644,17±79, 17Aa	600,67±103,8 6Aa	571,2±143,9 Aa
4MGR	405,00±112, 54Ab	405,40±60,2 9Ab	510,10±123, 72Ba	583,67±130,0 6Aa	597,23±100 ,03Aa	632,43±132,8 7Aa	689,0±426,9 Aa
4MFI	462,83±61,3 8Ab	401,83±94,2 6Ab	599,67±111, 99ABa	544,33±92,49 Aa	605,17±86, 08Aa	527,33±85,09 Aa	615,5±87,7 Aa
6MFI	464,33±58,8 6Ab	403,33±85,3 8Ab	545,83±77,7 4ABa	627,03±98,13 Aa	591,17±110 ,11Aa	628,00±57,32 Aa	633,4±58,6 Aa
6/4MFI	437,50±99,6 4Ab	370,75±29,2 5Ab	553,83±93,1 1ABa	541,17±139,4 8Aa	537,50±91, 84Aa	682,70±87,40 Aa	562,6±45,9 Aa

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott,. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey. **4MF** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFloc** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGr** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado; **6MF** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MF** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

Aos 30 dias de idade o grupo 4MGR apresentou menor valor de LDH que o grupo 4MFLO. O pH de rúmen do grupo 4MGR aos 30 dias foi

menor que do 4MFLO (5,9 e 6,7, respectivamente). O pH rumenal mais baixo pode ter levado os animais do grupo 4MFLO a produzirem mais LDH em resposta a maior formação de lactato.

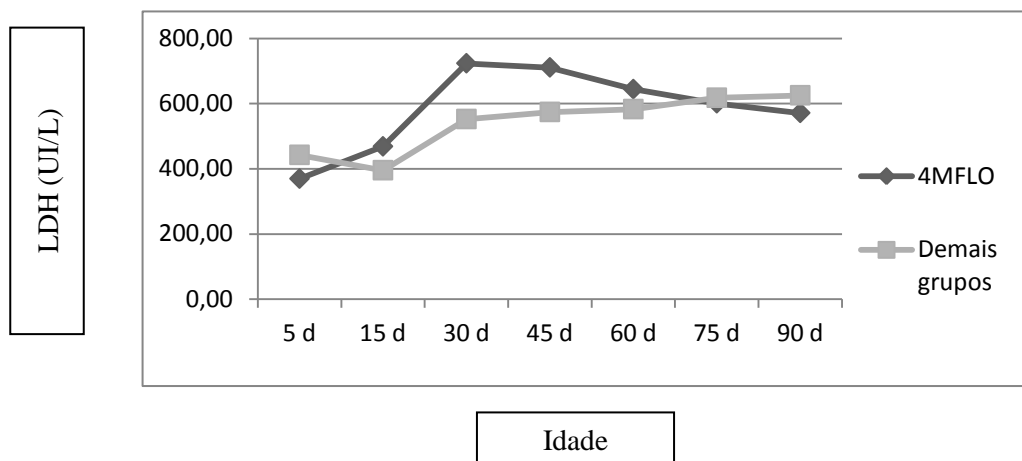


Figura 12 – Atividade sérica de Lactato desidrogenase (LDH) (UI/L) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Tabela 26 - Valores da literatura da atividade sérica de lactato desidrogenase (LDH) em bovinos de diferentes faixas etárias.

	Idade	Atividade sérica	Referência
	6 dias	283	Kurz e Willett, 1991
LDH (UI/L)	1-14 dias	151-412	Lumsden et al. (1980)
	2 semanas – 6 meses	264 - 551	Lumsden et al. (1980)
	Adultos	284-511	Lumsden et al. (1980)

4.3.3 METABÓLITOS

Lactato plasmático

Não foi observada nenhuma variação do lactato plasmático relacionada à idade dos bezerros e à dieta (Tab. 27 e Fig. 13). De acordo com Donkin e Armentano (1995), com o

desenvolvimento do bezerro, na transição entre pré-ruminante e ruminante, é observada uma queda significativa na capacidade hepática de metabolizar L-Lactato até glicose. Estes autores observaram que o lactato sérico de pré – ruminantes é 10 vezes maior que em ruminantes. Segundo Haga *et al.* (2008), essa

queda na metabolização do lactato se deve à diminuição da enzima piruvato carboxilase, que

catalisa a reação de gliconeogênese hepática.

Tabela 27 – Concentração de Lactato sanguíneo (mg/dL) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Grupos	Idade						
	5	15	30	45	60	75	90
4MFLO	22,77±8,17 Aa	15,70±5,04 Aa	21,16±4,8 Aa	14,33±4,62 Aa	17,54±5,06 Aa	10,63±8,08 Aa	14,30±11,88 Aa
4MGR	23,31±10,66 Aa	15,50±5,69 Aa	11,63±4,03 Aa	8,90±5,09 Ba	10,23±4,17 Aa	22,10±22,73 Aa	17,13±11,18 Aa
4MFI	19,81±6,61 Aa	15,40±3,57 Aa	15,45±6,35 Aa	13,58±3,18 Aa	11,91±4,95 Aa	8,39±4,74 Aa	22,04±13,76 Aa
6MFI	19,48±5,55 Aa	14,82±7,39 Aa	17,83±6,88 Aa	13,38±6,11 Aa	12,12±5,66 Aa	17,50±10,37 Aa	13,61±7,81 Aa
6/4MFI	19,15±10,76 Aa	10,52±4,16 Aa	16,04±5,61 Aa	11,49±5,21 ABa	9,84±1,68 Aa	16,62±7,06 Aa	14,44±7,79 Aa

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey. **4MF** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFloc** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGr** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado; **6MF** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MF** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

A metodologia da coleta da amostra lactato não foi adequada para mensuração de lactato. As amostras foram coletadas em tubos sem

inibidores glicolíticos, o que pode levar à uma mensuração diferente do que realmente poderia conter no momento da coleta.

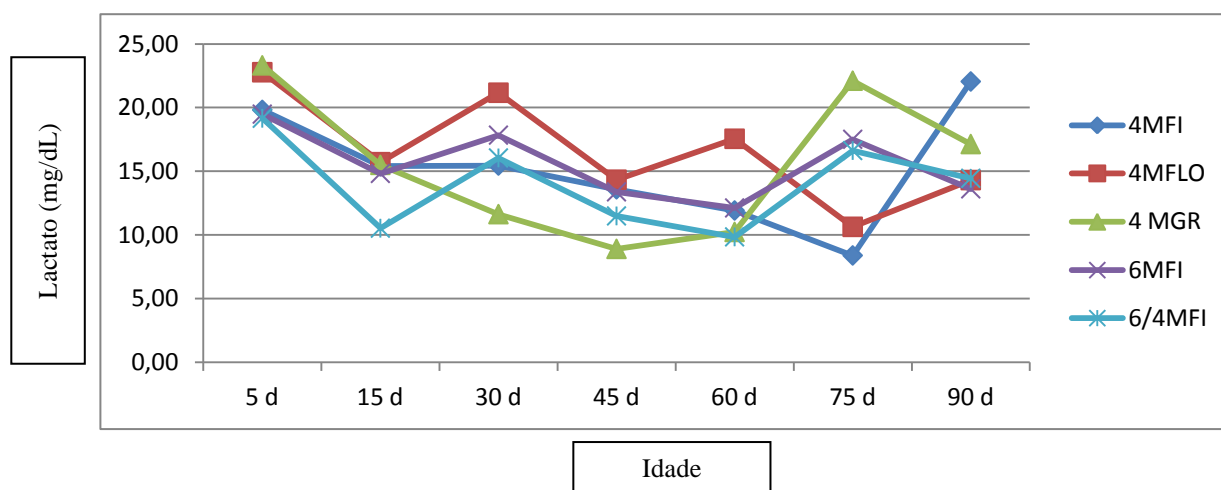


Figura 13 – Concentração plasmática de Lactato (mg/dL) sanguíneo observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Os dados observados na literatura demonstram valores de lactato sérico maiores ao nascimento, com um decréscimo ao longo do desenvolvimento do animal (Tab. 28). Conforme discutido anteriormente, a atividade da LDH sanguínea é inversamente proporcional à concentração de lactato sérico, uma vez que

maiores concentrações de lactato levam a um maior consumo de LDH. Esta enzima apresentou menores concentrações dos 5 aos 15 dias de idade, e esperava-se que a concentração de lactato apresentasse maiores valores nos primeiros dias, o que não foi observado, provavelmente devido à metodologia de coleta.

Tabela 28 - Valores da literatura da concentração de lactato sanguíneo em bezerros de diferentes faixas etárias.

	Idade	Concentração	Referência
Lactato (mg/dL)	1 dia	27,92	Hamon et al., 2002
	3 dias	9,90	Hamon et al., 2002
	7 dias	6,126	Hamon et al., 2002
		5,54	Haga et al., 2008
	28 dias	6,126	Hamon et al., 2002
	60 dias	0,67	Haga et al., 2008
	91	0,91	Haga et al., 2008
	Adultos	5 – 20	Kaneko et al., 2008

Lactato do suco de rúmen

A concentração de lactato no suco de rúmen não variou com o fator idade (Tab. 29 e fig.14). O desvio padrão também foi alto em alguns momentos, superando até mesmo a média, o que demonstra animais *outliers* nas amostras. Isso dificultou muito a análise dos dados. Anderson *et al.*(1987a) também observaram um elevado desvio padrão em amostras de suco de rúmen.

Foi observada uma grande elevação do lactato até os 60 dias de idade, quando observou-se o pico de lactato no suco de rúmen. Após isso, a

concentração de lactato diminuiu consideravelmente, alcançando valores inferiores aos observados aos quinze dias. Anderson *et al.*(1987a) fizeram coletas *in loco* do suco de rúmen de bezerros e observaram que na primeira semana de vida o lactato era muito baixo, apresentou uma elevação na quarta semana de vida, e voltou aos valores iniciais na oitava semana de vida. Esta diminuição do lactato no rúmen no período do desaleitamento pode refletir desenvolvimento rumenal, com maior capacidade das bactérias rumenais de produzirem outros ácidos graxos e também, maior capacidade de metabolização do lactato.

O principal produto final da metabolização do lactato no rúmen é o acetato e o propionato (Satter e Esdale, 1968). Bruno e Moore (1961) observaram que o ácido láctico formado uma hora após a alimentação correspondeu a 8,2% de todos os ácidos graxos e que nenhum ácido graxo é precursor do lactato, mas o lactato é precursor, principalmente, do propionato.

Suárez (2007) observou uma concentração de lactato de 11,08 mg/L em animais alimentados com leite e concentrado, eutanasiados aos 70 dias de idade. Este valor não foi coincidente com os encontrados no presente trabalho.

Tabela 29 – Concentração de Lactato do suco de rúmen (mg/dL) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Grupos	Idade					
	15	30	45	60	75	90
4MFLO	19,65±15,16 A	17,65±12,67 A	9,06±9,11 A	41,24±30,61 A	44,07±32,80 A	2,23±0,38 A
4MGR	13,87±11,92 A	10,43±9,89 A	18,56±29,18 A	15,23±9,84 ABC	18,27±11,74 AB	3,97±3,06 A
4MFI	22,64±20,48 A	10,66±13,20 A	18,74±19,88 A	17,02±8,01 ABC	13,08±25,41 B	3,70±3,04 A
6MFI	14,43±15,83 A	33,14±31,37 A	25,29±35,83 A	11,32±10,04 BC	16,07±16,51 AB	26,27±47,3 6 A
6/4MFI	10,37±07,23 A	21,27±34,35 A	13,35±07,41 A	8,78±4,36 C	17,23±36,00 B	3,38±1,94 A
Média	16,192 a	18,63a	17,00a	29,13a	21,744a	7,91a

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey.

Glicose***

***Dados extraídos dos trabalhos de Faranzoni (2012) e Silper (2012), que utilizaram os mesmos animais em experimento realizado conjuntamente com o presente trabalho.

A concentração da glicose sanguínea não seguiu um mesmo padrão para todos os grupos de acordo com a idade (Tab.30 e figura 15). Os grupos 4MGR e 6MFI apresentaram concentração plasmática de glicose estável dos 15 aos 90 dias de idade. O grupo 4MFLO apresentou uma diminuição da glicose aos 45 dias e manutenção da concentração pouco variável até os 90 dias de idade. O grupo 6/4MFI apresentou maior valor aos 75 dias comparado com o valor inicial, e se manteve estável até os 90 dias de vida. O fato de a concentração plasmática da glicose não apresentar um padrão entre as idades avaliadas dos diferentes grupos pode ter sido devido ao forte controle endócrino que o organismo exerce sobre a glicose (Wittwer et al. 2000).

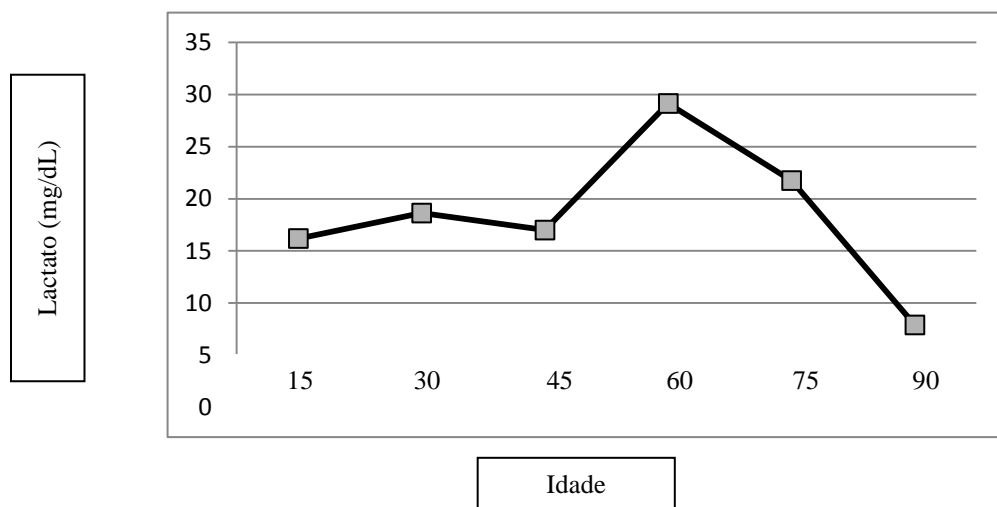


Figura 14 - Concentração de Lactato do suco de rúmen (mg/dL) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Não foi observada uma diminuição progressiva na glicose como demonstrado em outros trabalhos (Kanh et al., 2007b; Hayashi et al., 2006; Haga et al., 2008)(Tab.31). Khan et al. (2007b) observaram uma diminuição da glicose plasmática, principalmente após o

desaleitamento, em bezerros alimentados convencionalmente ou em *step-down* (Tab. 32). Tais autores observaram uma diminuição mais acentuada nos bezerros em *Step*, sugerindo um desenvolvimento rumenal mais precoce neste grupo.

Tabela 30 – Concentração plasmática de glicose (mg/dL) observada em bezerros da raça holandesa dos 15 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.

Grupos	Idade (dias)					
	15	30	45	60	75	90
4/MFLO	92,0±26,8 Aab	125,3±28,5 Aa	85,6±10,0 ABb	114,0±10,2 Aab	98,3±9,0 Aab	120,3±33,1 Aab
4/MGR	75,0±14,3 ABa	79,2±32,8 Ba	99,5±32,7 Aa	90,0±11,7 Aba	80,8±14,3 Ba	105,8±16,3 ABa
4/MFI	66,7±10,7 ABab	52,8±78,1 Bb	54,3±15,0 Bb	66,9±14,5 BCab	67,2±7,2 Cab	83,8±14,8 ABa
6/MFI	66,9±17,2 ABa	50,6±20,6 Ba	62,2±11,9 Ba	71,2±17,3 Ba	74,6±14,6 BCa	81,7±25,2 Aba
6/4MFI	46,9±20,6 Bb	53,9±17,0 Bab	63,7±17,1 Bab	58,1±24,5 Cab	79,6±12,8 Ba	73,4±19,6 Bab

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey.

4MFI – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino.

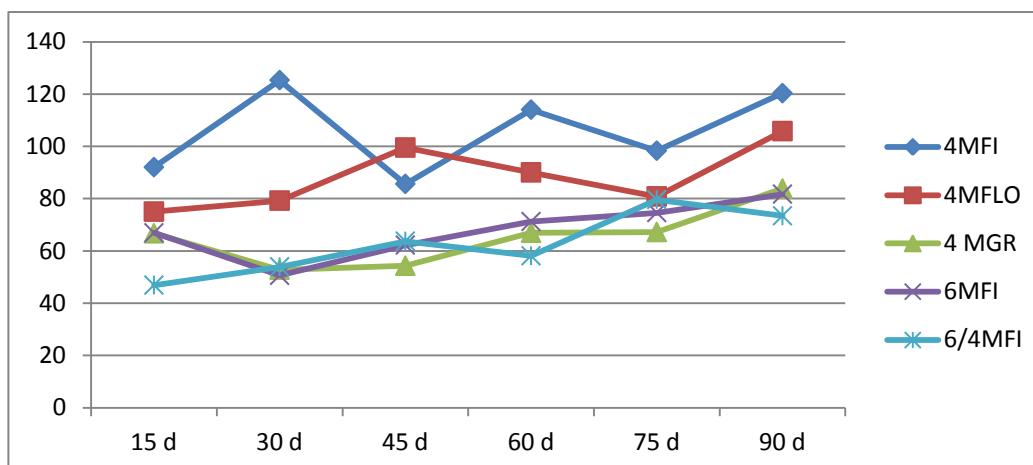


Figura 15 – Concentração plasmática de glicose (mg/dL) observada em bezerros da raça holandesa dos 15 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.

Outro fator que pode ter sido fonte de variações foi o estresse a que os animais estiveram submetidos. Isso ocorreu devido a vários fatores como, por exemplo, o transporte, o desafio

ambiental, a diarreia e outras doenças, a coleta de sangue e outros manejos como a pesagem. Esta última foi um fator de muito estresse para os animais, principalmente os mais jovens.

Segundo Hammon et al. (2005) o cortisol plasmático aumenta a produção da glicose por

deprimir sua utilização, induzir uma resistência a insulina ou, ambas as causas.

Tabela 31 – Valores da concentração de glicose plasmática de bezerros em diferentes faixas etárias.

	Idade (dias)	Concentração de glicose
Glicose Mg/dL	7	99,81
	30	63,45
	90	75,31

Fonte: Haga et al. (2008)

Tabela 32 – Valores da concentração de glicose plasmática encontrados por Khan et al. (2007b) em bezerros alimentados com quatro litros de leite (convencional) ou seis litros de leite até os 30 dias de idade e quatro litros até o desaleitamento (*step down*).

	Idade (dias)	<i>Step down</i>	Convencional
Glicose mg/dL	7	87,3 a	82,4 a
	14	84,2 a	83,56 a
	28	80,01 a	82,59 a
	42	72,42 b	82,03 a
	49	69,48 b	79,17 a
	56	65,21 b	74,21 a
	63	59,14 b	70,42 a

Letras na mesma linha iguais não diferem estatisticamente. Letras na mesma linha diferentes diferem estatisticamente

Creatinina

Os valores de creatinina variaram pouco entre os grupos. Pouca variação também foi observada com a idade e esta variação não seguiu um padrão semelhante em todos os grupos (Tab.33 e fig.16)

Egli e Blum, (1998), Fagliari et al., (1998a) e Benesi et al., (2005) observaram que a concentração de creatinina é elevada no soro de bezerros algumas horas após o nascimento. Isso ocorre por imaturidade dos rins que, aos poucos, assumem a atividade de filtração sanguínea, anteriormente realizada pela placenta (Kurz e Willett, 1991). É observado que as variações na

creatinina ocorrem em algumas horas após o nascimento, mas aos cinco dias de idade este parâmetro já se encontra muito semelhante ao que é observado em indivíduos adultos. Desta forma é esperado que a creatinina varie pouco com o fator etário após os cinco dias de idade, como observado neste estudo e por outros autores (Egli e Blum, 1998; Fagliari et al., 1998a e Benesi et al., 2005).

Os grupos 4MFLO, 4MGR e 4MFI apresentaram concentração de creatinina sérica semelhante ao que foi observado na literatura, com pouca variação. Os grupos 6MFI e 6/4MFI apresentaram maiores valores aos 15 e 30 dias, com diminuição e estabilização até os 90 dias, quando se comportaram semelhante aos demais grupos. Os valores observados no presente estudo se encontram próximo aos encontrados na literatura (Tab.34).

Tabela 33 – Concentração de creatinina sérica (mg/dL) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.

Grupos	Idade (dias)						
	5	15	30	45	60	75	90
4MFLO	1,30±0,16 ABab	1,30±0,31 Aab	0,88±0,33 ABb	1,33±1,10 Aa	1,17±0,50 Aab	1,07±0,14 Aab	0,75±0,19 Ab
4MGR	1,54±0,28 Aa	1,45±0,42 Aa	1,42±0,51 Aa	1,01±0,35 Aa	1,03±0,37 Aa	1,00±0,24 Aa	0,97±0,26 Aa
4MFI	0,96±0,33 ABab	1,01±0,29 Aa	1,32±0,52 Aa	0,75±0,29 Aab	0,81±0,21 Aab	0,65±0,17 Bab	0,66±0,27 Ab
6MFI	1,02±0,42 ABbc	1,20±0,30 Aa	0,74±0,23 Bab	0,75±0,22 Ab	0,73±0,09 Abc	0,68±0,22 Bc	0,65±0,19 Abc
6/4MFI	0,87±0,29 Bab	1,57±0,36 Aa	1,25±0,49 ABb	1,09±0,27 Ab	0,67±0,10 Ab	0,61±0,13 Bb	0,74±0,21 Ab

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey. **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

Observou-se que aos 5 dias de idade o grupo 6/4MFI apresentou menor valor estatístico que o grupo 4MGR, porém os valores foram semelhantes ao grupo 4MFI. Esta diferença, no entanto, não pode ser atribuída à dieta uma vez que, nesta idade, tanto o consumo de

concentrado quanto o consumo de sucedâneo de leite estavam muito baixos. Aos 30 dias o grupo 6MFI apresentou menor média que o grupo 4MGR e 4MFI, mas teve média semelhante ao grupo 6/4MFI, o que não sugere problema clínico uma vez que a uréia (Tab. 33)

nesta idade não variou e nenhum dos animais apresentou sinais clínicos evidentes. Os níveis de creatinina apresentaram pequenas flutuações

ao longo do experimento, porém sempre mantendo-se dentro dos valores normais de referência (Tab.34)

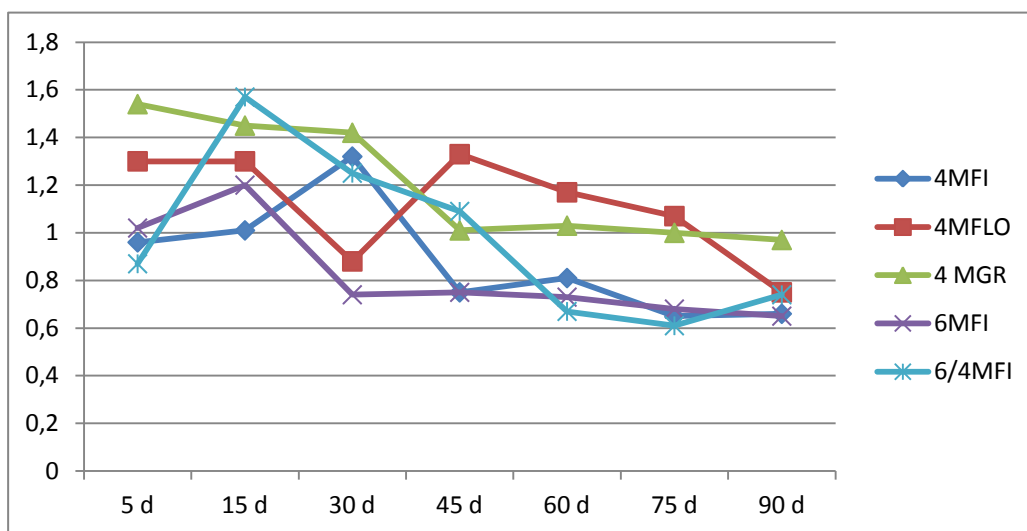


Figura 16 - Concentração de creatinina sérica (mg/dL) observada em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.

Tabela 34 – Valores encontrados na literatura para creatinina sérica em bovinos de diferentes faixas etárias.

	Idade	Valor	Referência
CREA (mg/dL)	Nascimento	2,65±0,22	
	5 dias	1,32±0,05	Benesi et al (2005)
	15 dias	1,30±0,04	
	45 dias	1,24±0,21	Fagliari et al. (1998a)
	3 meses	1,27±0,29	
	Adultos	1,57±0,29	Fagliari et al. (1998b)

Ureia

A concentração sérica de nitrogênio uréico não variou por interferência das dietas experimentais, mas foi observada variação por interferência do fator etário (Tab.35). Hammon et al. (2002) observaram grande concentração de ureia plasmática em bezerros até os três dias de

idade devido à grande degradação de aminoácidos após a elevada ingestão de proteínas do colostro. Isso não foi observado no presente trabalho, possivelmente porque os efeitos da desaminação e degradação protéica já estivessem diminuídos aos cinco dias de idade.

Foi observado que ao desaleitamento, ocorrido aos 60 dias, todos os grupos apresentavam valores de ureia superiores a 23 mg/dL. Este valor foi superior a todas as mensurações anteriores. Hammon et al. (2002) também não encontraram diferenças entre grupos alimentados com leite a vontade ou em sistema

convencional, mas semelhantemente estes autores observaram maiores valores de ureia após o desaleitamento, indicando uma maior concentração de amônia rumenal, característica de estabelecimento de microbiota e desenvolvimento do rúmen.

Tabela 35 – Concentração de Ureia sérica (mg/dL) observada em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Grupos	Idade (dias)						
	5	15	30	45	60	75	90
4MFLO	15,66±8,57 Ab	20,98±8,50 Ab	17,34±3,38 Ab	20,26±5,46 Ab	25,99±5,5 9Aa	33,86±13,97 Aa	35,05±9,99 Aa
4MGR	15,26±4,44 Ab	18,82±7,79 Ab	24,03±14,69 Ab	24,03±9,05 Ab	30,27±5,0 6Aa	42,71±10,92 Aa	46,54±17,44 Aa
4MFI	17,60±5,63 Ab	25,50±10,56 Ab	21,84±4,01 Ab	19,38±3,98 Ab	25,37±6,0 1Ab	39,67±9,62 Aa	34,84±5,63 Aa
6MFI	15,42±7,50 Ab	19,69±6,71 Ab	18,97±4,64 Ab	16,23±5,53 Ab	23,48±15, 12Ab	36,56±17,53 Aa	39,96±11,77 Aa
6/4MFI	15,40±7,11 Ac	18,26±12,65 Ac	15,55±7,20 Ac	19,99±6,83 Ac	25,28±7,0 1Ab	30,28±5,27 Ab	46,28±11,58 Aa

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott,. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey. **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

Khan et al. (2007b) observaram que animais alimentados em *step down* apresentaram desenvolvimento rumenal superior, com maiores concentrações de ureia e beta hidroxibutirato, e menores concentrações de glicose após o desaleitamento, o que não foi observado no grupo 6/4MFI. Hayashi et al. (2006) também observaram desenvolvimento

rumenal na 13ª semana, com valores superiores aos observados na quarta semana, mas sugeriam que o desenvolvimento do retículo – rumen só se estabelece aos 170 dias (24 semanas) de vida. Valores semelhantes ao encontrados neste trabalho foram encontrados na literatura para algumas faixas etárias (Tab.36).

Tabela 36 - Valores da concentração de ureia sérica ou plasmática de bezerros em diferentes faixas etárias

	Idade	Valor	Referência
Ureia (mg/dL)	Nascimento	10,62± 2,19	Ferreira (2012)
	5 dias	25,60±3,73	
	15 dias	23,70±1,93	Benesi et al.(2005)
	30 dias	20,35±1,24	
	45 dias	16,71±6,26	Fagliari et al. (1998)
	Adultos	10,04±14,98	Kaneko et al. (2008)

4.3.4 MINERAIS

Cálcio e Fósforo

O cálcio não variou entre os grupos experimentais e variou pouco com a idade (Tab.37 e fig.17). De acordo com o que foi obtido na literatura, era esperado que uma elevação de cálcio estivesse presente na mensuração do dia cinco, o que não foi observado. Mohammad (2009), em estudo da avaliação das mudanças cronológicas dos componentes sanguíneos de bezerros, observou que o cálcio apresentou uma elevação na segunda semana de vida. Egli e Blum (1998) reportaram níveis altos de cálcio ao nascimento, com diminuição dos níveis até os 28 dias, quando os animais apresentaram valores de cálcio semelhante aos de animais adultos. No entanto, o contrário foi observado para o fósforo, que aumentou com a idade (Tab.38), levando à diminuição da relação Ca:P. Jezek et al. (2006) também observaram cálcio elevado na primeira semana e, posteriormente, alcançando níveis semelhantes aos de animais adultos.

Nas primeiras semanas de vida o metabolismo animal está acelerado, com altas taxas de

desenvolvimento e crescimento de todos os sistemas orgânicos. Há uma máxima mineralização óssea nos animais em crescimento que, invariavelmente está associada com maiores requerimentos de cálcio e fósforo (Jezek et al., 2006). O hormônio do crescimento contribui para que haja uma elevação destes íons, uma vez que contribui para aumentar a reabsorção renal de fosfato. No colostro também são encontradas altas concentrações destes minerais, que contribuem para sua elevação na circulação dos neonatos (Rosol e Capen,1997; Jezek et al., 2006).

Afora nos primeiros dias de vida, os autores (Egli e Blum, 1998; Boyd et al., 1983) relatam uma baixa correlação de cálcio com a idade, assim como observado neste estudo. Aos 30 dias de idade os animais do grupo 4MGR apresentaram uma diminuição de cálcio plasmático que diferiu estatisticamente das outras idades. O grupo 6MF apresentou diminuição de cálcio que perdurou dos 15 dias até o desaleitamento (60 dias), quando alcançou um valor semelhante à coleta dos cinco dias de idade. Estes achados não são proporcionais ao

que foi encontrado para fósforo (Tab.37, Tab. 38 e fig.18).

Tabela 37 – Cálcio sérico observado (mg/dL) em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

GRUPOS	IDADE (DIAS)						
	5	15	30	45	60	75	90
4MFLO	11,62±0,60 Aa	11,21±1,72 Aa	11,09±2,46 Aa	11,67±0,57 Aa	10,45±1,0 7Aa	10,60±1,47 Aa	11,53±1,96 Aa
4MGR	12,48±1,69 Aa	11,17±1,47 Aa	9,40±1,08A b	11,52±0,88 Aa	11,95±1,9 6Aa	10,98±1,24 Aa	11,33±1,53 Aa
4MFI	10,67±1,16 Aa	10,28±0,91 Aa	10,23±1,13 Aa	11,02±0,80 Aa	10,92±0,8 3Aa	11,23±1,46 Aa	10,77±0,92 Aa
6MFI	11,10±1,56 Aa	9,62±1,05A b	10,07±1,17 Ab	10,15±0,71 Ab	10,43±0,8 1Ab	11,47±1,77 Aa	11,63±2,08 Aa
6/4MFI	11,62±0,54 Aa	9,98±1,46A a	10,95±0,81 Aa	10,42±1,63 Aa	10,82±0,8 7Aa	11,38±1,82 Aa	12,53±2,85 Aa

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey. **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

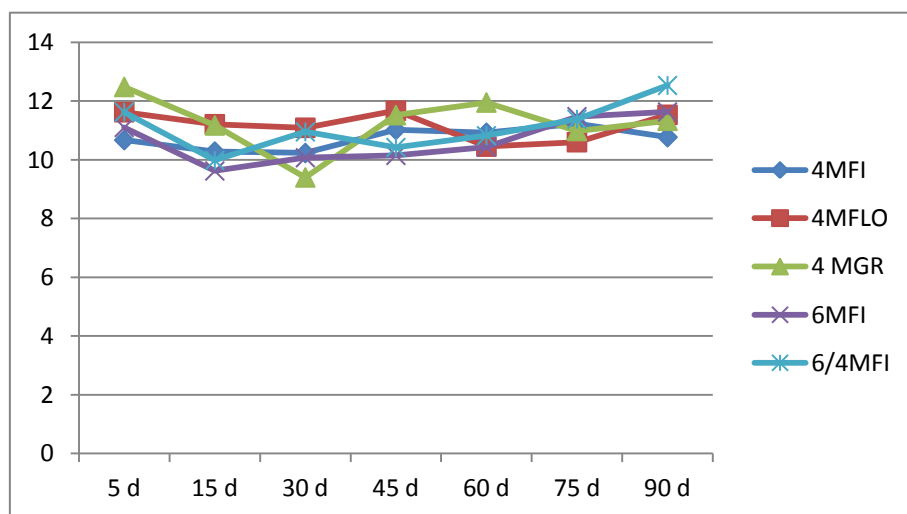


Figura 17 - Cálcio sérico observado (mg/dl) em bezerros holandeses dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares

Tabela 38 – Concentração média de Fósforo sérico (mg/dL) em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.

Grupos	Idade (dias)						
	5	15	30	45	60	75	90
4MFLO	10,63±1,05 Ab	10,28±2,85 Ab	8,47±2,19 Ab	11,35±0,73 Aa	12,86±1,28 Aa	13,16±1,75 Aa	13,75±3,06 Aa
4MGR	12,06±2,49 Ab	10,44±2,92 Ab	9,69±1,81 Ab	11,80±0,87 Ab	13,86±2,60 Aa	13,40±2,28 Aa	11,75±1,73 Ab
4MFI	11,39±1,61 Aa	10,64±1,61 Aa	10,21±1,50 Aa	11,29±1,70 Aa	12,24±1,79 Aa	11,79±2,02 Aa	12,33±1,87 Aa
6MFI	11,04±1,20 Ab	9,98±1,64 Ab	10,07±1,47 Ab	11,03±1,15 Ab	11,98±0,74 Aa	13,73±1,69 Aa	12,89±1,58 Aa
6/4MFI	11,06±0,85 Aa	11,12±1,95 Aa	11,29±1,25 Aa	12,38±1,80 Aa	12,27±1,07 Aa	13,31±2,53 Aa	13,34±2,23 Aa

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott,. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey. **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

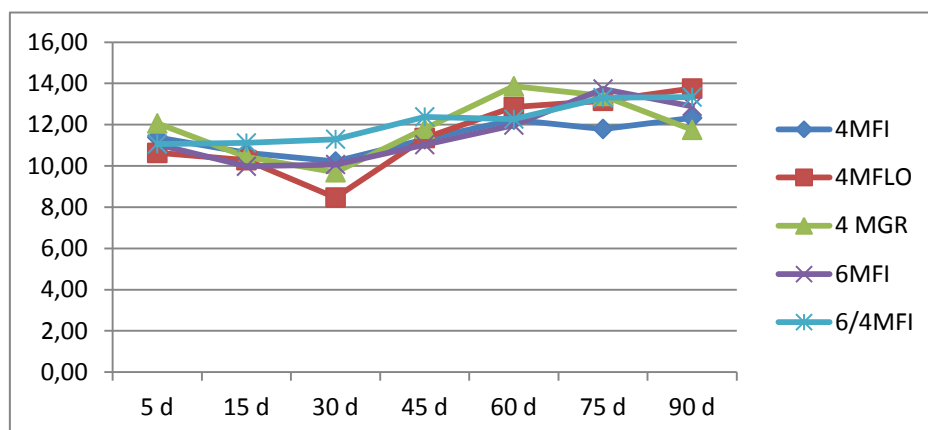


Figura 18 - Fósforo sérico observado (mg/dl) em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade em diferentes protocolos alimentares.

O fósforo aumentou após as primeiras semanas de vida para a maioria dos grupos, estando de acordo com o que foi descrito por Egli e Blum (1998) e Jezek et al., 2006. O grupo 6MFI apresentou maiores valores de fósforo. Segundo Egli e Blum (1998), a concentração de fósforo

não é influenciada apenas pela idade como também pela nutrição, mas no presente estudo a dieta não teve correlação com as concentrações séricas de fósforo. As elevações dos níveis de fósforo são coincidentes com o aumento do

consumo de concentrado em vários grupos, uma

vez que o concentrado é rico em fósforo.

Tabela 39- Valores da concentração de Cálcio (Ca^{2+}) e fósforo inorgânico (iP) no soro sanguíneo de bezerros observados na literatura em diferentes faixas etárias

	IDADE	VALOR	REFERÊNCIA
Ca^{2+} (mg/dL)	7 dias	11,66	
	30 dias	10,22	Jezek et al. (2006)
	6 meses	10,58	
iP (g/dL)	3 dias	7,70	Ferreira (2012)
	7 dias	8,26	
	15 dias	9,72	Jezek et al. (2006)
	6 meses	9,47	
	Adultos	5,6 – 6,5	Kaneko et al. (2008)

Magnésio (Mg^{3+})

O magnésio não variou entre os grupos, demonstrando que não houve interferência dos protocolos alimentares experimentais no teor sérico de magnésio (Tab. 40). Não existe nenhum controle homeostático sobre o magnésio, desta forma, sua concentração sanguínea está relacionada com o magnésio que é ingerido (González et. al, 2000). O fator etário também não representou fator digno de nota para mudanças nas concentrações séricas de magnésio, que mostrou-se muito estável dos cinco aos 90 dias de idade. Apenas os animais do grupo 4MGR apresentaram oscilação da concentração de magnésio ao longo do experimento, com diminuição dos valores dos 15 aos 45 dias, elevação aos 60 dias e nova redução aos 75 dias, que perdurou até os 90 dias

de idade. Nestes dois picos de elevação, aos cinco e aos 60 dias, estes valores estiveram acima do intervalo de referência citado na literatura para tais idades (Tab. 41), representando hipermagnesemia. A hipermagnesemia não tem consequências graves à saúde animal uma vez que o excesso de magnésio ingerido é excretado na urina (Mohammad, 2009). Porém a hipomagnesemia pode ser observada em bezerros recebendo leite por muito tempo sem outra suplementação alimentar. Os sinais clínicos da hipomagnesemia em ruminantes são caracterizadas por redução do apetite, aumento da excitabilidade, salivação profusa e convulsões (McDowell, 1999) e pode levar o animal até mesmo à morte (González et. al, 2000).

Tabela 40 – Magnésio sérico observado (mg/dL) em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.

Grupos	Idade (dias)						
	5	15	30	45	60	75	90
4MFLO	3,17±0,28 Aa	2,82±0,65 Aa	3,23±0,69 Aa	2,40±0,40 Aa	2,75±0,63 Aa	2,92±0,38 Aa	3,18±0,78 Aa
4MGR	3,70±0,76 Aa	2,69±0,42 Ab	2,58±0,19 Ab	2,55±0,32 Ab	3,10±0,94 Aa	2,87±0,37 Ab	2,73±0,31 Ab
4MFI	2,72±1,06 Aa	2,25±0,59 Aa	2,68±0,23 Aa	2,67±0,19 Aa	2,73±0,48 Aa	2,70±0,47 Aa	2,52±0,26 Aa
6MFI	2,58±0,65 Aa	2,62±0,53 Aa	2,37±0,47 Aa	2,62±0,28 Aa	2,72±0,52 Aa	2,98±0,97 A a	2,33±0,33 Aa
6/4MFI	2,37±0,38 Aa	2,46±0,64 Aa	2,68±0,29 Aa	2,75±0,57 Aa	2,75±0,23 Aa	2,83±0,60 Aa	2,83±0,99 Aa

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott,. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey. **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

Tabela 41 – Valores de referencia encontrados na literatura de Magnésio em bezerros em diferentes faixas etárias

	IDADE	VALOR	REFERÊNCIA
Mg ³⁺ (mg/dL)	7 dias	2,21	Mohammad, 2009
	Até 15 dias	1,7 – 2,6	Lumsden et al., 1980
	21 dias	2,1	Mohammad, 2009
	2 anos	1,7 – 2,7	Lumsden et al., 1980
	Adultos	1,8 – 2,3	Kaneko et al, 2008

Cloreto (Cl⁻)

A única variação da concentração sérica de cloreto ocorrida entre os grupos experimentais

foi na primeira coleta, aos cinco dias de idade, quando o grupo 4MFLO apresentou menor valor de cloreto que o grupo 4MGR e um valor semelhante ao grupo 4MFI (Tab.42). Porém,

como a ingestão de concentrado nesta fase ainda era irrisória, esta variação não pode ser atribuída à dieta, cujo concentrado foi a variante do grupo. A concentração de cloreto em todos os grupo foi inferior aos valores encontrados por Benesi et al. (2005) (Tab.43). No entanto, Lumsdem et al. (1980) encontraram valores semelhantes para animais de 1 a 15 dias de idade (93-104 mEq/L).

Até o final do experimento não foi observada nenhuma diferença entre os grupos, o que indica que não houve influência da quantidade de leite ou da granulometria do concentrado fornecida sobre os parâmetros de cloreto sérico.

Os grupos 4MGR, 4MFI e 6/4MFI não apresentaram nenhuma variação da concentração de cloreto com a idade e mantiveram seus valores dentro do que é relatado na literatura. O grupo 4 MFLO apresentou variações durante o experimento sem um padrão definido. Como este grupo apresentou valor de pH rumenal alterado (5,5 – 5,9) este pode ter sido um motivo para oscilação do cloreto. O grupo 6MFI também apresentou uma oscilação do cloreto após o desaleitamento, quando apresentou maior concentração de cloreto que em idades anteriores. Embora tenha havido estas flutuações, os valores sempre se mantiveram dentro do que é considerado normal para a espécie.

Tabela 42 – Cloreto sérico observado (mg/dL) em bezerros da raça holandesa dos 5 aos 90 dias de idade submetidos a diferentes protocolos alimentares.

Grupos	Idade (dias)						
	5	15	30	45	60	75	90
4MFLO	90,00±6,84 Bb	96,65±6,76 Aa	91,98±6,83 Ab	93,67±2,94 Ab	97,33±5,65 Aa	97,40±2,79 Aa	97,67±9,24 Aa
4MGR	99,38±3,66 Aa	92,42±2,61 Aa	95,00±6,07 Aa	98,17±3,92 Aa	95,67±2,42 Aa	99,00±3,03 Aa	99,33±5,43 Aa
4MFI	94,33±2,58 Aba	93,17±4,54 Aa	97,00±3,10 Aa	97,00±3,46 Aa	95,33±5,79 Aa	101,33±8,1 Aa	97,33±3,20 Aa
6MFI	92,67±2,34 ABb	95,17±5,88 Ab	89,83±6,68 Ab	92,83±3,92 Ab	93,17±2,40 Ab	100,67±6,2 8Aa	98,33±4,46 Aa
6/4MFI	94,33±3,27 ABa	97,20±4,66 Aa	95,50±2,35 Aa	93,83±4,31 Aa	96,50±4,51 Aa	98,00±6,07 Aa	98,33±5,43 Aa

Letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando idades, pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam diferença significativa ($p < 0,05$) comparando tratamentos, pelo teste de Tukey. **4MFI** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **4MFLO** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho floculado; **4MGR** – 4 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho quebrado; **6MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite e concentrado de milho fino; **6/4MFI** – 6 litros de sucedâneo de leite até os 30 dias e 4 litros até os 60 dias e concentrado de milho fino

Segundo Carlson (2008), a hipercloremia ocorre quando o animal está em acidose metabólica devido à maior perda de bicarbonato e aumento da reabsorção de cloreto em resposta a diminuição de bicarbonato. A hipocloremia desproporcional está relacionada com alcalose metabólica e pode ocorrer em animais com excessiva perda ou sequestro de fluidos ricos em cloreto. A hipocloremia é concomitante com aumento de bicarbonato. Neste experimento uma grande quantidade de fatores pode ter contribuído para a flutuação, mesmo que mínima, do cloreto, já que é esperado que este íon varie pouco com a idade (Kurz e Willett, 1991; Benesi, et al., 2005). A primeira delas foi a incidência de diarreia observada (100% dos

animais apresentaram ao menos um episódio). Mesmo com os tratamentos administrados, ainda assim alguns animais apresentaram diarreia profusa com grande desidratação. Alguns animais também tiveram *beber rumenal*, que é a passagem de leite para o rúmen, desencadeando elevada acidose metabólica no bezerro, determinando também desidratação. Todas estas enfermidades contribuem para um desequilíbrio hidroeletrólítico grave, que pode levar o animal à óbito, segundo Michell (1983) e Naylor (1989). Possivelmente o fluido oral administrado tenha contribuído para que as flutuações de cloreto tenham sido menos pronunciadas ao longo do experimento.

Tabela 43 – Valores de cloreto para bovinos em estado normal de saúde em diferentes faixas etárias

	IDADE	CONCENTRAÇÃO	REFERÊNCIA
Cl ⁻ (mEq/L)	5 dias	100,7	Benesi et al., 2005
	15 dias	100,8	Benesi et al., 2005
		93-104	Lumsden et al., 1980
	30 dias	100,8	Benesi et al., 2005
	Adultos	97-111	Kaneko et al., 2008
		95-105	Lumsden et al., 1980

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ▶ Maiores quantidades de sucedâneo de leite não influenciaram o consumo de concentrado e permitiram melhor desempenho dos bezerras mesmo após o desaleitamento;
- ▶ Não foi possível avaliar a influência da dieta líquida sobre a diarreia, mas ao

que parece, ela está muito mais relacionada com condições ambientais e de manejo;

- ▶ O grupo 6/4MFI apresentou maior instabilidade metabólica que os demais, principalmente após a diminuição do leite;

- ▶ O desaleitamento abrupto não interferiu no perfil metabólico, possivelmente porque nesta fase os animais não dependessem tanto do leite, uma vez que o consumo de concentrado já estava alto no período peri – desmama;
- ▶ Os bezerros consomem maiores quantidades de concentrado de milho fino nas primeiras semanas de vida. A partir da quarta semana, demonstram preferência pelo concentrado de maior granulometria;
- ▶ O concentrado de milho grosso permitiu melhor ambiente ruminal, com pH mais alto que concentrado de milho floculado;
- ▶ O perfil metabólico do grupo milho grosso apresentou-se mais favorável que dos demais, com maiores teores séricos de albumina, proteínas totais e maior atividade sérica de AST e ALT.

6. CONCLUSÕES

O volume de sucedâneo de leite fornecido aos bezerros não influencia a glicemia, as concentrações de minerais e o metabolismo proteico;

O perfil dos metabolismos hepático e proteico apresenta um melhor desenvolvimento com o aumento consumo de concentrado;

O perfil metabólico varia com a idade e, em alguns parâmetros, com a dieta e demonstra uma instabilidade metabólica considerável do grupo 6/4MFI quando há diminuição do fornecimento de sucedâneo de leite.

O concentrado de milho grosso determina melhor desenvolvimento hepático.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELGADIR, I.E.C. e MORRILL, J. L. Effect of Processing Sorghum Grain on Dairy Calf Performance. *J Dairy Sci*, v.78, p.2040-2046, 1995

ALBRIGHT, L.L. ARAVE, C.W. The behaviour of cattle. Wallingford: Oxon UK. CAB International, 1997. 306 p.

ANDERSON, K. L.; NAGARAJA, T. G.; MORRILL, J.L. Rumenal Metabolic Development in Calves Weaned Conventionally or Early. *Journal of Dairy Science*, v.70, n. 5, p. 1000-1005, 1987a

ANDERSON, K. L.; NAGARAJA, T. G.; MORRILL, J. L. Rumenal microbial development in conventionally or earlyweaned calves. *J. Anim. Sci.* v. 64, p.1215-1226, 1987b.

ANDERSON, H.C.; SIPE, J.B.; HESSLE, L. et al. Impaired Calcification Around Matrix Vesicles of Growth Plate and Bone in Alkaline Phosphatase- Deficient Mice. *American Journal of Pathology*, V. 164, No. 3, 2004

APPLEBY, M. C.; WEARY, D. M.; CHUA, B. Performance and feeding behavior of calves on ad libitum milk from artificial teats. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, v. 74, p. 191-201, 2001.

ARIELI A., SCHRAMA J.W., VAN DER HEL W. et al. Development of metabolic partitioning of energy in young calves. *J Dairy Sci.* V.78, p.1154–62, 1995.

BALDWIN, R. L.; MCLEOD, K. R.; KLOTZ, J. L. et al. Rumen development, intestinal

- growth and hepatic metabolism in the pre- and postweaning ruminant. *J. Dairy Sci.*, v. 87(E. Suppl.), p. E55-E65, 2004.
- BALLARD, F. J.; OLIVER, I. T. Carbohydrate metabolism in liver from foetal and neonatal sheep. *Biochem. J.*, p.95:191, 1965
- BAR-PELED, U. ROBINZON, B., MALTZ, E. et al. Increased Weight Gain and Effects on Production Parameters of Holstein Heifer Calves That Were Allowed to Suckle from Birth to Six Weeks of Age. *J Dairy Sci.* v.80, p. 2523–2528, 1997
- BAUER, M.L.; HEROLD, D.W.; BRITTON, R.A. et al. Efficacy of laidlomycin propionate to reduce ruminal acidosis in cattle. *Journal Animal Science.* v.73, p.3445-3454, 1995.
- BEHARKA A. A.; NAGARAJA T. G.; MORRILL J. L.; KENNEDY G. A.; KLEMM R. D. Effects of Form of the Diet on Anatomical, Microbial, and Fermentative Development of the Rumen of Neonatal Calves. *J. Dairy Sci.* v.81, p. 1946–1955, 1998.
- BEITZ, D.C.; ALLEN, R.S. Metabolismo dos carboidratos. IN: Allen, R.S. et al. *Dukes fisiologia dos animais domésticos*. 10ª edição, Ed.Guanabara Koogan, 1984. Cap. 25, p333-341.
- BENESI, F.J.; LEAL, M.L.R. ; LISBÔA, J.A.N. et al. Parâmetros bioquímicos para avaliação da função hepática em bezerras sadias, da raça holandesa, no primeiro mês de vida. *Ciência Rural*, v. 33, n. 2, 2003.
- BENESI, F.J.; COELHO, C.S.; LEAL, M.L.R. et al. Parâmetros bioquímicos para avaliação da função renal e do equilíbrio hidroeletrólítico em bezerras sadias, da raça Holandesa, no primeiro mês de vida. *Braz. J. vet. Res. Anim. Sci.*, São Paulo, v. 42, n. 4, p. 291-298, 2005
- BITTAR, C.M.M.; FERREIRA, L.S.; SANTOS, F.A.P.; ZOPOLLATTO, M. Desempenho e desenvolvimento do trato digestório superior de bezerras leiteiras alimentados com concentrado de diferentes formas físicas. *R. Bras. Zootec.*, v.38, n.8, p.1561-1567, 2009.
- BORGES, A.C. Componentes sanguíneos de bovinos (*bos taurus*) sadios da raça pantaneira, em diferentes faixas etárias, criados extensivamente. 2008. 113 folhas. Dissertação (mestrado) - Escola de veterinária da universidade federal de Goiás, Goiânia.
- BOSTED, H. Comparison of the developing enzyme profile in the blood calves and lambs in the neonatal adaptation period. *Berl. Munch Tier. Woch.* V. 96, p. 431-432, 1983.
- BOUDA, J.; OCHOA, L.N.; QUIROZ-ROCHA, G.F. Interpretação dos perfis de laboratório em bovinos. In: González, F.H.D et al.(Ed). *Uso de provas de campo e laboratório clínico em doenças metabólicas e ruminais em bovinos*. Porto Alegre, Brasil. Gráfica da UFRGS. 2000. 60p.
- BOUDA, J. et al. The activities of got, gamma-gt, alkaline phosphatase in blood plasma of cows and their calves from fed buckets. *Acta Veterinária Brno*, v.49, n.3-4, p.193-198, 1980.
- BOYD, J. W. Serum enzyme changes in newborn calves fed colostrum. *Veterinary Clinical Pathology*, v.18, n.2, p.47- 51, 1989.
- BRAUN, J. P.; RICO, A. G.; BENARD, P. Blood and tissue distribution of gamma

- glutamyltransferase in calves. *Journal Dairy Science*, v.61, n.5, p.596-599, 1978.
- BRAUN, J.P. et al. Early variations of blood plasma gamma glutamyl transferase in newborn calves- A test of colostrums intake. *Journal Dairy Science*, v.65, n.11, p.2178-2181, 1982.
- BRUNO, C. F., e W. E. C. MOORE. Fate of lactic acid in rumen ingesta. *J. Dairy Sci.*, v.45, p.109-115, 1962.
- CARLSON, G.P. Fluid, Electrolyte, and Acid-Base Balance. In: Kaneko, J. J.; Harvey, J. W.; Bruss, M. L. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6.ed. San Diego: Academic Press, 2008. 932p.
- CARVALHO, J. G. Influência do volume de leite ingerido e do tratamento com antibiótico e antiinflamatório sobre o perfil bioquímico, eletrolítico e a etiologia da diarreia em bezerros. Dissertação apresentada a Escola de Veterinária da UFMG como requisito parcial para obtenção de grau em Mestre em Ciência Animal. 2013. 87 p.
- CARVALHO, P.A.; SANCHEZ,L.M.B.; VIÉGAS, J.; VELHO, J.P. et al. Desenvolvimento de Estômago de Bezerros Holandeses Desaleitados Precocemente. *R. Bras. Zootec.*, v.32, n.6, p.1461-1468, 2003
- CONTRERAS, P.A. Indicadores do metabolismo proteico utilizados nos perfis metabólicos de rabinhos. In: González F.H.D. et al. (Ed). *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre, Brasil. Gráfica da UFRGS. 2000. 106p.
- COSTA, S.F.; PEREIRA, M.N.; MELO, L.Q.; CHAVES, M.L; CALIARI, M.V. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa rumenal e epiderme de bezerros. II. Aspectos ultra-estruturais *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.60, n.1, p.10-18, 2008
- COVERDALE, J. A., TYLER, H. D., QUIGLEY, J. D.; BRUMM, J. A. Effect of Various Levels of Forage and Form of Diet on Rumen Development and Growth in Calves. *J. Dairy Sci.* 87:2554–2562, 2004.
- CRAY, C., ZAIAS, J. e ALTMAN, N. H. Acute Phase Response in Animals: A Review. *Comparative Medicine*, v. 59(6), p.517-526, 2009.
- DAVIS, C.L.; DRACKLEY, J.K. The development nutrition and management of the Young calf. Iowa State University Press. 1998. 389 p.
- DONKIN, S. S.; ARMENTANO, L.E. Insulin and glucagon regulation of gluconeogenesis in preruminating and ruminating bovine. *J. Anim. Sci.*, v. 73, p. 546-551, 1995.
- DRACKLEY, J.K. Calf Nutrition from Birth to Breeding. *Vet. Clin. Food. Anim.*, v.24, p. 55–86. 2008.
- DRACKLEY, J.K. Influence of milk and weaning programs on health, rumen, development and growth of dairy calves. In: I Simpósio internacional Leite Integral. *Anais*. Belo Horizonte, 2011. 26 p.
- EGLI, C. P.; BLUM, J. W. Clinical, haematological, metabolic and endocrine traits during the first three months of life of suckling Simmentaler calves held in a cow-calf operation. *Journal of Veterinary Medicine*, v. 45, n. 2, p.99-118, 1998.

- EVANS,G.O. Animal Clinical Chemistry. A Primer for Toxicologists. Taylor e Francis Ltd. 1996. 222 p.
- FAGLIARI, J.J.; PASSIPIERI, M.; OKUDA, H.T.; CURI, P.R. Valores de referência das proteínas séricas de bovinos guzerá em diferentes faixas etárias. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v.43, n.1, p.39-60, 1991.
- FAGLIARI, J.J.; OLIVEIRA, E.C.; PEGORER,M.F.; et al. Relação entre o nível sérico de gamaglobulinas e as atividades de gama glutamiltransferase, fosfatase alcalina e aspartato aminotransferase de bezerros recém-nascidos. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.48, n.2, p.105-112, 1996.
- FAGLIARI, J. J., SANTANA, A. E., LUCAS, F. A., CAMPUS FILHO, E., CURI, P. R. Constituintes sanguíneos de bovinos recém-nascidos das raças Nelore (*Bos indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça Murrah. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v.33, n.3, p.253-262, 1998a.
- FAGLIARI, J. J., SANTANA, A. E., LUCAS, F. A., CAMPUS FILHO, E., CURI, P. R. Constituintes sanguíneos de bovinos lactentes, desmamados e adultos das raças Nelore(*Bos indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça Murrah. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v.33, n.3, p.263-271, 1998b.
- FAGLIARI, J.J.; RIZOLLI, F.W.; SILVA,S.L., SILVA,D.G. Proteinograma sérico de bezerros recém-nascidos da raça Holandesa obtido por eletroforese em gel de poliacrilamida. Comunicação. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.58, n.3, p.450-453, 2006
- FAY, J. P.; CHENG, K. J.; COSTERTON, J. W. Alkaline phosphatase activity associated with the walls of different organs of the gastrointestinal tract in newborn, young and yearling bovines: effects of diet and fasting. Can. J. Anim. Sci. 61:311, 1981.
- FAYOS, M.; COUTO, C. G.; IAZBIK, M. C.; WELLMAN, M. L. Serum protein electrophoresis in retired racing Greyhounds . Vet. Clin.Path. 34 , 397 – 400, 2005
- FERREIRA, L.O. Perfil bioquímico e eletrolítico, equilíbrio ácido-base e transferência de imunidade passiva de bezerras oriundas de partos eutócicos e distócicos. 2012. 80 folhas. Dissertação (mestrado). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- FLATT W.P.; WARNER R.G.; LOOSLI J.K. Influence of Purified Materials on the Development of the Ruminant Stomach. J. Dairy Sci. V.41, p.1593 – 1600, 1958.
- FRANKLIN, S. T.; AMARAL-PHILLIPS, D. M., JACKSON, J. A.; CAMPBELL, A. A. Health and Performance of Holstein Calves that Suckled or Were Hand-Fed Colostrum and Were Fed One of Three Physical Forms of Starter. J. Dairy Sci. v.86, p.2145–2153, 2003.
- FRANZONI, A.P.S. Efeito do processamento do milho no desempenho e desenvolvimento do rúmen de bezerros e na digestibilidade in vitro do grão (utilizando-se inoculo de bezerros). Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como

requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia. 2012

FRIEND, T.H.; DELLMEIER, D.R. Common Practices and Problems Related to Artificially Rearing Calves: an Ethological Analysis. *Applied Animal Behaviour Science*, v.20, p. 47-62, 1988.

FROIS, M.C.M.; VIEGAS, D.M. Tendência histórica de coeficientes de mortalidade de bezerros em Minas Gerais, 1960 a 1985. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.46, n.6, p.741-747, 1994

GONZÁLEZ, F.H.D; Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: González F.H.D. et al. (Ed). *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre, Brasil. Gráfica da UFRGS. 2000. 106p.

GRAY, F. V. The absorption of volatile fatty acids from the rumen II. The influence of pH on absorption. *Exptl. Biol.*, v25, p135. 1947.

GREENWOOD, R. H.; MORRIL, J. L.; TITGEMEYER, E. C.; KENNEDY, G. A.. A new method of measuring diet abrasion and its effect on the development of the forestomach. *J. Dairy Sci.* v.80, p.2534-2541. 1997

HAGA,S.; FUJIMOTO, S., YONEZAWA, T. et al. Changes in Hepatic Key Enzymes of Dairy Calves in Early Weaning Production Systems. *Journal Dairy Science.*, v.91, p.3156-3164

HADA, K.S.; DIAZ GONZÁLEZ, F.H.; PARZIANELO,N. et al. Estudo do perfil metabólico de um rebanho leiteiro no oeste do Paraná. *Semina: Ci. Agr., Londrina*, v.17, n.1, p.72-76, 1996.

HAMMELL, K.L. METZ, J.H.M.; MEKKING, P. Sucking Behaviour of Dairy Calves Fed Milk Ad Libitum by Bucket or Teat. *Applied Animal Behaviour Science*,v.20, p.275-285, 1988.

HAMMON, H. M., AND S. S. DONKIN. Growth hormone influences growth performance, but does not affect gluconeogenesis from lactate or propionate in 60-d old veal calves. *J. Anim. Sci.* 80(Suppl. 1): 337. (Abstr.). 2002

HAMMON, H. M.; PHILIPONA, C.; ZBINDEN, Y.; BLUM, J. W.; DONKIN, S. S. Effects of Dexamethasone and Growth Hormone Treatment on Hepatic Gluconeogenic Enzymes in Calves. *J. Dairy Sci.* V.88, p.2107-2116, 2005

HAYASHI, H., YONEZAWA, T.; KANETANI, T. ; et al.. Expression of mRNA for nutrient transporters in the gastrointestinal tract before and after weaning. *J. Anim. Feed Sci.* V.13(Suppl. 1), p.405-408, 2004

HAYASHI, H.; KAWAI, M.; NONAKA, I. et al. Developmental Changes in the Kinetics of Glucose and Urea in Holstein Calves. *J. Dairy Sci.* v.89, p.1654-1661, 2006

HAYS, V. W.; SWENSON, M.J. *Minerais*. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O.(Ed.). *Dukes – Fisiologia dos animais domésticos*. 11a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. P.471.

HINDERS R.G. e OWEN, F.G. Relation of rumenal parakeratosis development to volatile fatty acid absorption. *J. Dairy Sci.* v.48, p.1069-1073, 1965

HOFFMANN, W.E.; SOLTER, P.F. *Diagnostic Enzymology of Domestic Animals*. In: *Clinical*

- biochemistry of domestic animals. 6.ed. San Diego: Academic Press, 2008. 932p.
- HUBER, J. T.; SILVA, A. G.; CAMPOS, O. F. et al. Influence of feeding different amounts of milk on performance, health, and absorption capability of baby calves. *J. Dairy Sci.*, v. 67, p. 2957-2963, 1984.
- JASPER, J.; WEARY, D. M. Effects of Ad Libitum Milk Intake on Dairy Calves. *J. Dairy Sci.* v.85, p.3054–3058, 2002.
- JEZEK, J.; KLOPCIC, M.; KLINKON, M. Influence of age on biochemical parameters in calves. *Bull Vet Inst Pulawy*, v.50, p.211-214, 2006
- KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6.ed. Elsevier Academic Press publications, 2000. 916p.
- KERR, M. G. Exames laboratoriais em medicina veterinária: bioquímica clínica e hematologia. 2. ed. São Paulo: Roca, 2003. 436 p.
- KESLER, E. M.; RONNING, M.; KNODT, C. B. Some Physical Characteristics of the Tissue and Contents of the Rumen, Abomasum and Intestines in Male Holstein Calves of Various ages. *J. Anim. Sci.*, v.10, p.969-974, 1951.
- KHAN, M. A.; LEE, H. J.; LEE, W. S. et al. Pre- and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. *J. Dairy Sci.*, v.90, p. 876-885, 2007a.
- KHAN, M. A.; LEE, H. J.; LEE, W. S. et al. Structural growth, rumen development, and metabolic and immune responses of Holstein male calves fed milk through step-down and conventional methods. *J. Dairy Sci.*, v.90, p. 3376-3387, 2007b.
- KURZ, M. M. e WILLETT, L.B. Carbohydrate, Enzyme, and Hematology Dynamics in Newborn Calves. *J Dairy Sci.*, v.74, p.2109 - 2118, 1991.
- LEAL, M.L.R.; BENESI, F.J.; LISBÔA, J.A.N.; COELHO, C.S.; MIRANDOLA, R.M.S. Proteinograma sérico de bezerras sadias, da raça holandesa, no primeiro mês pós-nascimento. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.40, p.138-145, 2003.
- LESMEISTER K. E., HEINRICHS A. J. Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, v.87, p.3439–3450, 2004.
- LUMSDEN, J. H.; MULLEN, K.; ROWE R. Hematology and Biochemistry Reference Values for Female Holstein Cattle. *Can. J. comp. Med.*, v.44, p.24-31, 1980
- MARSHALL, S. P.; SMITH, K. L. Effect of Different Milks and Level of Intake upon Growth of Young Dairy Calves. *J Dairy Sci*, v.53, p.1622-1626, 1970
- MICHELL, A.R. Understanding fluid therapy. *Irish Veterinary Journal*, v. 37, p.94-103, 1983.
- MOHAMMAD, M. A. Mineral status in blood serum of newborn calves in Assiut Governorate. *Bs. Vet. Med. J.*, v. 19, n.1, p. 51-56, 2009
- NAYLOR J.M. A retrospective study of the relationship between clinical signs and severity of acidosis in diarrheic calves. *Canadian Veterinary Journal*, v.30, n.9, p.577-580, 1989

- NELSON, D. L.; COX, M.M. Princípios de bioquímica de Lehninger. 5ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2011
- NETO R.M.; FARONI, C.E.; PAULETTI, P.; BESSI, R. Levantamento do Manejo de Bovinos Leiteiros Recém-Nascidos: Desempenho e Aquisição de Proteção Passiva. R. Bras. Zootec., v.33, n.6, p.2323-2329, 2004 (Supl. 3)
- NOCEK, J.E.; WILLIAM HEALD, C.; POLAN, C.E. Influence of Ration Physical Form and Nitrogen Availability on Rumenal Morphology of Growing Bull Calves. J. Dairy Sci., v.67, p.334-343, 1984
- NONNECKE, B. J.; M. R. FOOTE; J. M. SMITH; B. A. PESCH; M. E. VAN AMBURGH. Composition and functional capacity of blood mononuclear leukocyte populations from neonatal calves on standard and intensified milk replacer diets. J. Dairy Sci., v.86, p.3592–3604, 2003
- O'CONNELL, T.X.; HORITA, T.J.; KASRAVI, B. Understanding and Interpreting Serum Protein Electrophoresis. American Family Physician, v. 71, n.1, p. 105 - 112
- OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R.. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: A review. J. Anim. Sci., v. 75, p.868-879, 1997
- PAIVA, F.A.; NEGRÃO, J.A.; BUENO, A.R.; et al. Efeito do manejo de fornecimento de colostro na imunidade passiva, cortisol e metabólitos plasmáticos de bezerras Holandeses. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.58, n.5, p.739-743, 2006
- PAYNE, J. M.; DEW, A. M. MANSTON, R. FAULKES M. Vet. Rec., v.87, p. 150, 1970
- PAYNE, J.M. The Future of Presymptomatic Diagnosis. Proc. roy. Soc. Med., v.65, p. 181-183, 1971
- QUIGLEY, J. D.; CALDWELL, L. A.; SINKS, G.D.; HEITMANN, R.N. Changes in Blood Glucose, Nonesterified Fatty Acids, and Ketones in Response to Weaning and Feed Intake in Young Calves. J. Dairy Sci., v.74, p.250-257, 1991.
- QUIGLEY, J. D.; BERNARD, J.K. Effects of nutrient source and time of feeding on changes in blood metabolites in young calves. J. Anim. Sci., v. 70, p.1543-1549, 1992.
- QUIGLEY, J. Rumen acidosis and rumen drinking in milk-fed calves. <http://www.calfnotes.com>, 2005.
- QUIGLEY, J. D.; WOLFE, T. A.; ELSASSER, T. H. Effects of additional milk replacer feeding on calf health, growth and selected blood metabolites in calves. J. Dairy Sci., v. 89, p. 207-216, 2006.
- ROSOL, T.J. AND CAPEN, C.C. Calcium regulating hormones and diseases of abnormal mineral (calcium, phosphorus, magnesium) metabolism. In: Kaneko, J.J., Harvey, J.W., Bruss, M.L. (Eds.), Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 1997 5ª ed. Academic Press, San Diego, pp. 619–702.
- RUSSELL, K.E; ROUSSEL, A.J. Evaluation of the Ruminant Serum Chemistry Profile. Vet. Clin. Food Anim., v. 23, p. 403–426, 2007.
- SANDER E. G.; WAINNER, R. G.; HARRISON, H. N.; J.K. LOOSLI. The

- stimulatory effect of sodium butyrate and sodium propionate on the development of rumen mucosa in the young calf. *J. Dairy Sci.*, v.42, p.1600, 1959.
- SATTER, L. D.; W. J. ESDALE. In vitro lactate metabolism by ruminal ingesta. *Appl. Microbiol.*, v. 16, p.680 – 688, 1968.
- SAVAGE, E. S.; C. M. McCAY. The nutrition of calves. A review. *J. Dairy Sci.* v.25, p.595-650, 1942.
- SCHRAMA J.W.; ARIELI A.; VAN DER HEL, W. et al. Evidence of increasing thermal requirement in young, unadapted calves during 6 to 11 days of age. *J. Anim. Sci.*, v.71, p.1761–1766, 1993
- SILPER, B.F. Efeitos de três estratégias de aleitamento sobre Ganho de peso, desenvolvimento rumenal e perfil Metabólico e hormonal de bezerros holandeses. Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia. 2012
- SOBERON, F. ; RAFFRENATO,E.; EVERETT; VAN AMBURGH, M.E. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, v.95, n.2, 2012
- STOCKHAM, S.L; SCOTT, M.A.; *Fundamentals of Veterinary Clinical Pathology*; Iowa State Press, 610 pages, 2008
- SUÁREZ, B. J. ; VAN REENEN; C. G.; STOCKHOFE, N.; DIJKSTRA J.; GERRITS, W. J. J. Effect of Roughage Source and Roughage to Concentrate Ratio on Animal Performance and Rumen Development in Veal Calves. *J. Dairy Sci.*, v.90, p.2390–2403, 2007
- SUTTON, J. D.; MCGILLIARD, A. D.; JACOBSON N. L. Functional development of rumen mucosa. I. Absorptive ability. *J. Dairy Sci.*, v. 46, p. 426-436, 1963 a.
- SUTTON, J. D.; MCGILLIARD, A. D.; JACOBSON N. L. Functional development of rumen mucosa. II. Metabolic activity. *J. Dairy Sci.* v. 46, p. 530-539, 1963 b.
- SWENSON, M.J.; REECE, W.O. *Dukes.: Fisiologia dos Animais Domésticos*. 11ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, 856p.
- TAMATE, H.; MCGILLIARD, A. D.; JACOBSON, N. L.; GETTY, R. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *J. Dairy Sci.*, v.45, p.408, 1962.
- THEURER, C. B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *J. Anim. Sci.*, v.63, p.1649-1662, 1986.
- THRALL M.A. *Hematologia e bioquímica clínica veterinária*. 1ed. São Paulo. Rocca, 2006. 582p.
- TYLER, J. W.: BESSER, T. E.; WILSON, L. et al. Evaluation of a whole blood glutaraldehyde coagulation test for the detection of failure of passive transfer in calves. *J. Vet. Int. Med.*, v.10, n. 5, p.304-307, 1996.
- VAN SAUN, R.J. Blood Profiles as Indicators of Nutritional Status. In: *Advances in Dairy Technology*, v.12, p. 401, 2000.
- VASCONCELOS, A.M.; MORAES, D.A.E.F. et al. Desempenho de bezerros leiteiros

submetidos a Diferentes dietas líquidas e instalações durante o período hibernar. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.3, n.4, p.163-171, 2009.

VILELA, F.G; ; ZANETTI, M.A, et al. Suplementação de dietas para bezerros nelore recém-desmamados com fontes de Zinco orgânica e inorgânica. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.*, v.12, n.4, p.1008-1015, 2011.

WISE, G. H. e LaMASTER, J. P. Responses of Calves to Open-Pail and Nipple-Pail Systems of Milk Feeding. *J. Dairy Science*. v. 51, n. 3. p.452 – 456, 1968.

WITTIWER, F. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado de leite. In: In: González F.H.D. et al. (Ed). *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre, Brasil. Gráfica da UFRGS. 2000, 106p.

WOODFORD, S.T., WHETSTONE, H.D., MURPHY, M.R., DAVIS, C.L. Abomasal pH,

nutrient digestibility, and growth of Holstein bull calves fed acidified milk replacer. *J. Dairy Sci.*, v.70, p.888-891, 1987.

WOODWARD, B. Protein, Calories, and immune defenses. *Nutrition Reviews*, v.56,N.1, S84-S92, 1998.

ZIEGLER, B.; LARSON, R.; CHESTER-JONES, H. et al. Pre- and post weaning performance of dairy heifer calves fed texturized or pelleted calf starters with or without intake enhancing flavors. *Journal of Animal Science*, v.84, p.365, 2006 (suppl. 1).

ZINN, R. A.; OWENS, F. N.; WARE, R. A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. *J. anim. sci.*, v.80, p.1145-1156, 2002.

Adendo 1 - Metodologia analítica, coleta e conservação da amostra para análises bioquímicas.

COMPONENTE	MÉTODO	LEITURA	AMOSTRA	PRESERVAÇÃO DA AMOSTRA
Fosfatase Alcalina	Método enzimático UV(AMP – IFCC ¹) com p-nitrofenilfosfato	Espectrofotometria com leitura em 405nm	Soro ou plasma heparinizado	Resfriado (2-8°C) - 7 dias
Alanina aminotransferase	Método enzimático (cinético), segundo a IFCC	Espectrofotometria com leitura em 340 nm	Soro	Ambiente (20 – 25°C) – 24 horas Resfriado (4°C) – 7 Dias
Aspartato aminotransferase	Método enzimático (cinético), segundo a IFCC	Espectrofotometria com leitura em 340 nm	Soro	Ambiente (20 – 25°C) – 24 horas Resfriado (4°C) – 7 Dias
Gama glutamiltransferase	Método enzimático (Szasz modificado)	Espectrofotometria com leitura em 405- 410nm	Soro	Resfriado (4°C) – 5 Dias Congelado (-80°C) – 9 Meses
Lactato desidrogenase	Método enzimático UV(IFCC)	Espectrofotometria com leitura em 340 nm	Soro	Resfriado (4°C) – 5 Dias Congelado (-80°C) – 9 Meses
Proteínas totais	Método clorimétrico (Biureto)	Espectrofotometria com leitura em 546 nm	Soro ou plasma	Ambiente (20 – 25°C) – 1 semana Resfriado (2-8°C) – 1 mês *
Albumina	Método colorimétrico (Verde de bromocresol modificado)	Espectrofotometria com leitura em 600nm	Soro ou plasma	Ambiente (20 – 25°C) – 3 horas Resfriado (2-8°C) – 1 mês
Glicose	Método enzimático (N – Sulfoptonil) oxidase	Espectrofotometria com leitura em 600-700 nm	Soro ou plasma em jejum Plasma em tubo com inibidores glicolíticos	Ambiente (20 – 25°C) – até 4 dias Congelado
Lactato	Enzimático (com LDH)	Espectrofotometria com leitura em 340 nm	Plasma em tubo com inibidores glicolíticos	Ambiente (20 – 25°C) – 8 horas Resfriado (2-8°C) – 14 dias
Creatinina	Método cinético (Jaffé modificado)	Espectrofotometria com leitura em 505-530 nm	Soro	Ambiente (20 – 25°C) – 7 dias Congelada – indefinidamente
Ureia	Método enzimático UV (GLDH)	Espectrofotometria com leitura em 340 nm	Soro ou plasma heparinizado	Ambiente (20 – 25°C) – 1 dia Congelada (- 20°C) – 6 meses
Cloreto	Colorimétrico	Espectrofotometria com leitura em 600-660 nm	Soro ou plasma heparinizado	Ambiente – 8 horas Resfriado (2-8°C) – 24 horas Congelado (-12°C) – 1 ano
Cálcio	Método IR colorimétrico (Arsenazo III)	Espectrofotometria com leitura em 600-660 nm	Soro	Ambiente – 8 horas Resfriado (2-8°C) – 24 horas Congelado (-12°C) – 1 ano
Magnésio	Método IR colorimétrico (Azul Xilidil)	Espectrofotometria com leitura em 600-660 nm	Soro	Ambiente – 8 horas Resfriado (2-8°C) – 24 horas Congelado (-12°C) – 1 ano
Fósforo	Método IR colorimétrico/catalisado (fosfomolibdato/PVP)	Espectrofotometria com leitura em 600-700 nm	Soro	Ambiente – 8 horas Resfriado (2-8°C) – 24 horas Congelado (-12°C) – 1 ano

1 – Pannel específico de enzimas da Federação internacional de Química Clínica – Expert Panel Enzymes, Committee on Standards (IFCC): Clin. Chem.v.24, p.720 – 721, 1978.

*A amostra para mensuração de proteínas pode ser armazenada por até anos quando congelada (Cray et al, 2009).

Adendo 2 – Quadro de conversão de unidades de medida de alguns constituintes bioquímicos do sangue

Constituinte	Unidade	x	Fator	=	Unidade
Albumina	g/dL		10		g/L
Cálcio	mg/dL		0,2495		Mmol/L
Cloreto	mEq/L		1		Mmol/L
Creatinina	mg/dL		88.40		μ mol/L
Glicose	mg/dL		0.05551		mmol/L
Lactato	mg/dL		0.1110		mmol/L
Magnésio	mg/dL		0.4114		mmol/L
Fósforo	g/dL		0.3229		mmol/L
Proteína	g/dL		10		g/L
BUN	mg/dL		0.7140		mmol/L