

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ESCOLA DE VETERINÁRIA

Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação

**AVALIAÇÃO DE SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS ORAIS EM BEZERROS
NEONATOS DURANTE O CURSO DA DIARREIA**

MOISÉS DIAS FREITAS

**Belo Horizonte
Escola de Veterinária - UFMG
2013**

MOISÉS DIAS FREITAS

Avaliação de soluções eletrolíticas orais em bezerros neonatos durante o curso da diarreia

Tese apresentada à Escola de Veterinária da UFMG como requisito parcial para obtenção de grau em Doutor em Ciência Animal.

Área de concentração: Clínica e Cirurgia Veterinárias.

Orientador: Prof. Elias Jorge Facury Filho

Co-orientador: Prof. Antônio Último de Carvalho

Co-orientador: Prof. Marcos Bryan Heinemann

**Belo Horizonte
Escola de Veterinária da UFMG
2013**

F866a Freitas, Moisés Dias, 1980-
Avaliação de soluções eletrolíticas orais em bezerros neonatos durante o curso da
diarreia/ Moisés Dias Freitas. – 2013.
108 p. :il

Orientador: Elias Jorge Facury Filho

Co-orientadores: Antonio Último de Carvalho, Marcos Bryan Heinemann

Tese (doutorado): Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária
Inclui bibliografia.

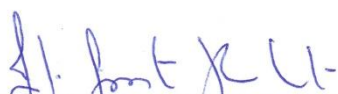
1. Bezerro – Doenças – Tratamento – Teses. 2. Diarreia em bezerro – Teses. 3.
Fluidoterapia - Teses. I. Facury Filho, Elias Jorge. II. Carvalho, Antonio Último de.
III. Heinemann, Marcos Bryan. IV. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de
Veterinária. V. Título.

CDD-636.214 089 693

Tese defendida em 1º de fevereiro de 2013 e aprovada pela banca examinadora constituída por:



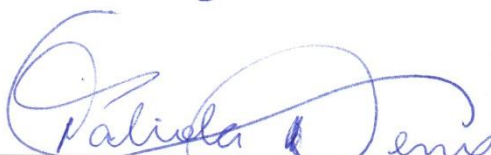
Prof. Elias Jorge Facury Filho
Presidente



Prof. Júlio Augusto Naylor Lisbôa



Profª. Adriana de Souza Coutinho



Profª. Fabíola de Oliveira Paes Leme



Prof. Andrey Pereira Lage

*Aos meus pais, tios, primos, irmãos que escolhi,
amigos e família ruminantes (amigos e mestres).*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que ajudaram na realização desse trabalho, e que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal. O sucesso de mais esta etapa é resultado da confiança e força de cada um de vocês (família, amigos e mestres).

A Deus, pois aprendi que devemos sempre agradecer por tudo que acontece em nossas vidas, nunca sabemos o que Ele tem pra nos dar, mas conhece nossos corações, nossos medos e nossas necessidades.

Aos meus pais e família pelo amor incondicional, por entenderem aceitarem o tempo e a distância.

Aos irmãos: Catinha; D, Glenda, Didi, Davi e Vitor; Tatito, Mimi e Enzo; Lukinhas, Julianna Malla e Júlia; Marcão; Bruno; Marina Fumão, Hélim, Tumé e Marico.

Aos amigos que tornaram mais fácil a distância e a saudade de casa: Ana Paula e Thiago, Aline, Cíntia, Fabiana e Rada, Estribado, Joana, Luciana, Seu João, Samanta e Nina, Silvia e tantos outros, que me perdoem a falha de não colocar o nome, mas sintam-se também homenageados. À família ruminante. Aos amigos, Lauro (pai e filho), Leonel e HE-MAN TEAM companheiros praticantes da arte suave, os senhores foram fundamentais para manter minha sanidade - OSS.

Aos mestres amigos obrigado pela confiança, dedicação e amor: Último, Elias, Lívio, Marcos Bryan, Andrey, Fabíola, Paulo Ricardo. Aos Professores Adriana Coutinho e Júlio Lisbôa. Agradeço pela disponibilidade em participar e contribuir de forma substancial para a defesa e conclusão deste trabalho.

À Escola de Veterinária, que tão bem recebe seus alunos. Aos funcionários, todo corpo docente e professores do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias e a toda equipe do Colegiado de Pós-Graduação e Biblioteca da Escola de Veterinária.

À Treu Type - Fazenda São João, Inhaúma – MG; a toda equipe de funcionários em especial – Paulo Henrique.

A CAPES pela concessão da bolsa. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e à Fapemig e ao CNPq pelo suporte financeiro recebido para a realização deste trabalho.

Ao TEMPO, que apaga tudo que deve ser esquecido e eterniza o que realmente tem valor

“Quanto mais aumenta nosso conhecimento, mais evidente fica nossa ignorância.”

John F. Kennedy

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

Sumário

LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS	11
LISTA DE ABREVIATURAS	13
RESUMO	14
ABSTRACT.....	15
CAPÍTULO I – JUSTIFICATIVAS E HIPÓTESE	16
1. INTRODUÇÃO	16
2. HIPÓTESE.....	17
3. OBJETIVOS	17
3.1. Objetivos Gerais.....	17
3.2. Objetivos Específicos.....	17
CAPÍTULO II – ASPECTOS IMPORTANTES DA FLUIDOTERAPIA ORAL EM BEZERROS NEONATOS COM DIARREIA.....	18
4. LITERATURA CONSULTADA.....	18
4.1. Diarreia Neonatal	18
4.1.1. Fisiopatologia das diarreias neonatais.....	18
4.1.3. Tratamento das diarreias neonatais	24
4.2. Reposição hidro-eltetrolítica: conceitos básicos	26
4.2.1. Fluidoterapia Oral: Conceitos gerais.....	27
4.2.2. Fluidoterapia Oral no Tratamento de Bezerros Neonatos com Diarreia	28
CAPÍTULO III: COMPARAÇÃO DE DIFERENTES SOLUÇÕES POLIÔNICAS ISOTÔNICAS ORAIS UTILIZADAS NA PREVENÇÃO DAS ALTERAÇÕES HIDROELETROLÍTICAS E DO EQUILÍBRIO ACIDO-BASE EM BEZERRAS COM DIARREIA.....	41
1. INTRODUÇÃO	41
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	42
<i>Delineamento experimental.....</i>	<i>42</i>
<i>Coleta de dados.....</i>	<i>43</i>
<i>Análises laboratoriais</i>	<i>44</i>
<i>Análise estatística.....</i>	<i>44</i>

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
<i>Aspecto do Estado Geral dos Animais e Etiologia das Diarreias</i>	45
<i>Avaliação dos fluidos poliônicos isotônicos orais</i>	46
Perfil hemogasométrico.....	47
Perfil eletrolítico.....	56
BUN, Glicose, Hematócrito e Proteína Plasmática Total.....	62
Análise do pH e densidade urinária.....	65
4. CONCLUSÕES	67
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
CAPÍTULO IV: AVALIAÇÃO DA FLUIDOTERAPIA ORAL UTILIZADOS NA PREVENÇÃO DAS ALTERAÇÕES HIDROELETROLÍTICAS E DO EQUILÍBRIO ACIDO-BASE EM BEZERRAS COM DIARREIA	73
1. INTRODUÇÃO	73
<i>Delineamento experimental</i>	73
<i>Coleta de dados</i>	75
<i>Análises laboratoriais</i>	75
<i>Análise estatística</i>	76
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
<i>Aspectos do Estado Geral dos Animais</i>	77
<i>Avaliação dos protocolos de administração das soluções poliônicas orais</i>	78
Perfil hemogasométrico.....	78
Perfil eletrolítico.....	90
BUN, Glicose, β OHB, NEFA, Hematócrito e Hemoglobina.....	96
Análise do pH e densidade urinária.....	100
4. CONCLUSÕES	102
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
CAPÍTULO V: CONSIDERAÇÕES FINAIS	106

LISTA DE TABELAS		Pag.
CAPÍTULO II		
Tabela 01: Valores de excreção diária de constituintes fecais de bezerros hígidos, diarreicos e comparação entre ambos.		21
Tabela 02: Correlação entre sinais clínicos apresentados por bovinos e percentual de desidratação		22
Tabela 03: Valores de referências das concentrações séricas eletrolíticas e gasométricas		25
Tabela 04: Características dos parâmetros hemogasométricos (pH, PCO ₂ , EB e HCO ₃ ⁻) nos distúrbios acido-base		25
Tabela 05: Sinais clínicos utilizados para estimar o grau de desidratação de bovinos		29
Tabela 06: Avaliação estimada do déficit de base em bezerros diarreicos pela condição física em diferentes idades		33
Tabela 07: Necessidades hídricas de bezerros com 50kg diarreicos em dois cenários diferentes em 24 horas.		34
Tabela 08: Composição do fluido oral / litro de água (UNICEF)		34
CAPÍTULO III		
Tabela 01: Composição das soluções poliônicas isotônicas, em 1L de água, utilizadas na prevenção das alterações hidroeletrólíticas e acido-base de bezerras neonatas com diarreia naturalmente adquiridas.		45
Tabela 02: Esquema de fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais e momento das coletas de sangue (para análise do perfil eletrolítico e acido-base) e urina (para determinação da densidade específica e pH), à partir da identificação dos episódios de diarreia e durante os três primeiros dias de patência da diarreia naturalmente adquirida..		45
Tabela 03: Modelos de análises de regressão polinomial utilizados para a avaliação das variáveis do perfil sérico iônico, bioquímico, gasométrico, hematócrito e hemoglobina no sangue venoso e densidade e pH urinários das bezerras com diarreia naturalmente acometidas submetidas a fluidoterapia oral com diferentes soluções poliônicas isotônicas.		47
Tabela 04: Valores médios das concentrações do HCO ₃ ⁻ (mE/L) e do comportamento dos parâmetros hemogasométricos pH, CO ₂ total (TCO ₂), excesso de base (EB), janela aniônica (AG) e pressão parcial de CO ₂ (PCO ₂) de bezerras submetidas a protocolos de fluidoterapia oral com diferentes soluções poliônicas isotônicas, G1- Bicarbonato, G2- Acetato e Total (G1 e G2) durante os três primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência..		50
Tabela 05: Valores médios e respectivos desvios padrões das concentrações séricas de Na ⁺ , Cl ⁻ , K ⁺ , HCO ₃ ⁻ , janela aniônica (AG) e osmolalidade (Osm) em mEq/L de bezerras submetidas a protocolos de fluidoterapia oral com diferentes soluções poliônicas isotônicas, G1- Bicarbonato, G2- Acetato e Total (G1 e G2) durante os três primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência		59
Tabela 06: Valores das concentrações do nitrogênio ureico sanguíneo (BUN) (mMol/L), glicose (Gli) (mg/dL), hematócrito (Htc) e proteína plasmática total (PPT) de bezerras submetidas a protocolos de fluidoterapia oral com diferentes soluções poliônicas isotônicas, G1- Bicarbonato, G2- Acetato e Total (G1 e G2) durante os três primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência.		65
Tabela 07: Valores médios e respectivos desvio padrões do comportamento do pH e densidade urinária de bezerras submetidas a protocolos de fluidoterapia oral com diferentes soluções poliônicas isotônicas, G1- Bicarbonato, G2- Acetato e Total (G1 e G2) durante os três primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência.		68
CAPÍTULO IV		
Tabela 01: Tratamentos dos grupos experimentais (soluções poliônicas orais, número de animais, volume, protocolos e tempo de administração das soluções) durante o período de patência das diarreias naturalmente adquiridas.		76
Tabela 02: Composição das soluções poliônicas, em 1L de água, utilizadas na prevenção das alterações hidroeletrólíticas e acido-base de bezerras com diarreia naturalmente adquiridas.		76
Tabela 03: Esquema de fluidoterapia oral com soluções poliônicas e momentos das coletas de sangue (para análise do perfil eletrolítico e acido-base) e urina (determinação da densidade específica e pH), à partir da identificação dos episódios de diarreia e durante os cinco primeiros dias de patência da diarreia naturalmente adquirida		77
Tabela 04: Modelos de análises de regressão polinomial utilizados para a avaliação das variáveis do perfil sérico iônico, bioquímico, gasométrico, no sangue venoso, pH urinário das bezerras com diarreia naturalmente adquiridas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral com soluções poliônicas.		79
Tabela 05: Valores médios e respectivos desvio padrões das concentrações do HCO ₃ ⁻ (mE/L) e do comportamento dos parâmetros hemogasométricos pH, CO ₂ total (TCO ₂), pressão parcial de CO ₂ (PCO ₂), excesso de base (EB), janela aniônica (AG) e lactato sérico (Lac) de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia - GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas) e o Total durante os cinco primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência.		82-3
Tabela 06: Valores médios e respectivos desvio padrões das concentrações do HCO ₃ ⁻ (mE/L) e do comportamento dos parâmetros hemogasométricos (pH, CO ₂ total (TCO ₂), excesso de base (EB), janela aniônica (AG) e pressão parcial de CO ₂ (PCO ₂) de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia - GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas) e o Total durante o terceiro dia de patência das diarreias e valores de referência.		84

Tabela 07: Valores médios e respectivos desvio padrões das concentrações de Na ⁺ , Cl ⁻ , K ⁺ , HCO ₃ ⁻ , janela aniônica (AG) e osmolalidade (Osm) em mEq/L de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia - GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas e o Total durante os cinco primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência.	93
Tabela 08: Valores médios e respectivos desvio padrões das concentrações de Na ⁺ , Cl ⁻ , K ⁺ , HCO ₃ ⁻ , janela aniônica (AG) e osmolalidade (Osm) em mEq/L de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas) e o Total durante o terceiro dia de patência das diarreias e valores de referência.	94
Tabela 09: Valores médios e respectivos desvio padrões das concentrações do nitrogênio ureico sanguíneo (BUN) (mMol/L), glicose (Gli) (mg/dL), hematócrito (Htc) e hemoglobina (Hb) de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas e o Total durante os cinco primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência..	99
Tabela 10: Valores das concentrações e respectivos desvio padrões séricas do β-hidroxibutirato (βOHB) (mMol/ L), ácidos graxos não esterificados (NEFA) (mMol/L) de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas e o Total durante os cinco primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência.	100
Tabela 11: Valores das concentrações e respectivos desvio padrões das concentrações de nitrogênio ureico sanguíneo (BUN) (mMol/L), glicose (Gli) (mg/dL), hematócrito (Htc) e hemoglobina (HB) de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas) e o Total durante o terceiro dia de patência das diarreias e valores de referência.	101
Tabela 12: Valores médios e respectivos desvio padrões do comportamento do pH e densidade urinária de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas) e o Total durante os cinco primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência.	103
Tabela 13: Valores médios e respectivos desvio padrões do comportamento do pH e densidade urinária de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas) e o Total durante o terceiro dia de patência das diarreias e valores de referência.	104

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS		Pag.
CAPÍTULO II		
Figura 01: Mecanismo da ação dos principais enteropatógenos causadores da diarreia em bezerras até 28 dias de idade (Adaptado de Argenzio, 1985).		20
Figura 02: Equações de tamponamento do bicarbonato (Adaptado de Gomes, 1997).		24
CAPÍTULO III		
Gráfico 01: Comportamento do pH sanguíneo de bezerras diarreicas submetidas de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (pH – Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas..		51
Gráfico 02: Regressão linear do comportamento do pH sanguíneo de bezerras de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.		51
Gráfico 03: Comportamento das concentrações médias de HCO_3^- bezerras diarreicas submetidas de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (HCO_3^- – Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.		52
Gráfico 04: Regressão linear do comportamento das concentrações de HCO_3^- de bezerras de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquirida		52
Gráfico 05: Comportamento das concentrações médias de TCO_2 bezerras diarreicas submetidas de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (TCO_2 – Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.		54
Gráfico 06: Regressão linear do comportamento das concentrações de TCO_2 de bezerras de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquirida		54
Gráfico 07: Comportamento da PCO_2 bezerras diarreicas submetidas de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (PCO_2 – Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.		55
Gráfico 08: : Regressão quadrática do comportamento da PCO_2 de bezerras de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquirida.		55
Gráfico 09: Comportamento das concentrações médias de EB bezerras diarreicas submetidas de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (EB – Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.		56
Gráfico 10: Regressão linear do comportamento das concentrações de EB de bezerras de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquirida.		57
Gráfico 11: Comportamento das concentrações de AGap de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (AGap – Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.		57
Gráfico 12: Regressão linear do comportamento do AGap de bezerras de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquirida.		58
Gráfico 13: Concentrações médias de Na^+ de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (Na^+ – Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas		60
Gráfico 14: Regressão linear do comportamento das concentrações de Na^+ de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.		60
Gráfico 15: Concentrações médias de K^+ de bezerras diarreicas de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (K^+ – Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas		61
Gráfico 16: Regressão quadrática do comportamento das concentrações de K^+ de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas		62
Gráfico 17: Concentrações médias de Cl^- de bezerras diarreicas diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (Cl^- – Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas..		63
Gráfico 18: Regressão linear do comportamento das concentrações de Cl^- de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas		64
Gráfico 19: Regressão linear do comportamento de glicose de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.		66
Gráfico 20: Regressão linear do comportamento da proteína plasmática total de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.		67

Gráfico 21: Regressão linear do comportamento do pH urinário de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas	69
CAPÍTULO IV	
Gráfico 01: Comportamento do pH sanguíneo de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante os cinco primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.	84
Gráfico 02: Comportamento do pH sanguíneo de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante o terceiro dia de diarreia naturalmente adquiridas	85
Gráfico 03: Regressão linear do comportamento do pH sanguíneo de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência.	85
Gráfico 04 Concentrações médias de HCO_3^- de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante os cinco primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.	86
Gráfico 05: Concentrações séricas médias de HCO_3^- de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante o terceiro dia de diarreia naturalmente adquiridas	87
Gráfico 06: Regressão linear do comportamento das concentrações de HCO_3^- de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência.	87
Gráfico 07: Concentrações médias de TCO_2 de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas isotônicas orais, durante os cinco primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.	88
Gráfico 08: Concentrações médias de TCO_2 de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante o terceiro dia de diarreia naturalmente adquiridas.	88
Gráfico 09: Regressão linear do comportamento das concentrações médias de TCO_2 de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência.	88
Gráfico 10: Concentrações médias de PCO_2 de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante os cinco primeiros dias de diarreia naturalmente adquirida.	89
Gráfico 11: Concentrações séricas médias da PCO_2 de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante o terceiro dia de diarreia naturalmente adquiridas	89
Gráfico 12: Regressão linear do comportamento da PCO_2 de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência.	90
Gráfico 13: Comportamento das médias do EB de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante os cinco primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.	90
Gráfico 14: Comportamento das médias de EB de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante o terceiro dia de diarreia naturalmente adquiridas.	91
Gráfico 15: Regressão linear do comportamento dos valores de EB de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência	91
Gráfico 16: Regressão linear do comportamento do AGap de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência.	92
Gráfico 17: Concentrações médias de Na^+ de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante o terceiro dia de diarreia naturalmente adquiridas.	94
Gráfico 18: Regressão quadrática do comportamento das concentrações de Na^+ de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência.	95
Gráfico 19: Concentrações médias de K^+ de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante os cinco primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.	96
Gráfico 20: Concentrações médias de K^+ de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante o terceiro dia de diarreia naturalmente adquiridas.	96
Gráfico 21: : Regressão linear do comportamento das concentrações de K^+ de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência	97
Gráfico 22: Regressão quadrática do comportamento das concentrações séricas de Cl^- de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência	98
Gráfico 23: Regressão linear do comportamento do pH urinário de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência.	104

LISTA DE ABREVIATURAS

%	Porcentagem
<	Menor que
↑	Relativo ao aumento
↓	Relativo à redução
--°--'	Unidades de localização geográfica – graus, minutos
°C	Unidade de medida de temperatura – grau(s) Celcius
Agap	Janela aniônica/ hiato iônico/ Anion gap
BUN	Nitrogênio uréico sanguíneo
CH ₃ COO ⁻	Acetato
Cl ⁻	Íon cloreto
CO ₂	Gás carbônico/ Dióxido de carbono
EB	Excesso de base
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
G	Gramas
g/ dL	Gramas por decilitro
H ⁺	Íon hidrogênio
H ₂ CO ₃	Ácido carbônico
H ₂ O	Água
HCl	Ácido clorídrico
HCO ₃ ⁻	Íon bicarbonato
IgG	Imunoglobulina G
K ⁺	Íon potássio
Kg	Quilograma
L	Litro
Lac	Lactato sérico
LEC	Líquido extracelular
LIC	Líquido intracelular
mEq/L	Miliequivalente por litro
mg/ dL	Miligramas por decilitro
mL	Mililitros
mL /kg	Mililitros por quilograma
mM	milimol
Mm	Milímetros
mm Hg	Milímetro de mercúrio
mMol/L	Milimol por litro
mOsm/kg	Miliosmoles por quilograma
Na ⁺	Íon sódio
NaCl	Cloreto de sódio
NaHCO ₃	Bicarbonato de sódio
NaOH	Hidróxido de sódio
NEFA	Ácidos graxos livres não esterificados
OOPG	Oocistos por grama
OPG	Ovos por grama
PCO ₂	Pressão parcial de dióxido de carbono
pH	Potencial hidrogeniônico
S	segundos
Século XX	Século vinte
SNK	<i>Student-Newman-Keuls</i>
Sp	Espécie
Spp	Espécies
TCO ₂	Dióxido de carbono total
US\$	Dólares Americanos
βOHB	β-hidroxiacetato

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de diferentes soluções eletrolíticas orais durante o período de patência das diarreias naturalmente adquiridas em neonatos bovinos. Para tanto, foram desenvolvidos dois experimentos. O primeiro, avaliou e comparou a utilização da fluidoterapia oral e diferentes agentes alcalinizantes em soluções poliônicas isotônicas, na prevenção e correção das alterações hidroeletrólíticas e acido-base de bezerras durante os três primeiros dias de patência da diarreias. Foram utilizadas 14 bezerras, divididas em dois grupos: G1 (n=6) e G2 (n=8), a partir do primeiro dia de patência da diarreia, que foram submetidas à fluidoterapia oral, na dose de 100mL/ kg/ 24h (divido duas vezes por dia). O G1 foi hidratado com solução poliônica isotônica com agente alcalinizante bicarbonato, enquanto o G2 foi hidratado com solução poliônica isotônica com agente alcalinizante acetato, durante os dois primeiros dias de patência da diarreia. O perfil hemogasométrico, eletrolítico, bioquímico e do pH e densidade urinária foram avaliados no primeiro, segundo e terceiro dia do período de patência das diarreias. Ambas soluções poliônicas isotônicas orais apresentaram resultados semelhantes, não havendo diferença ($p>0,05$) nos tratamentos administrados. A análise dos resultados demonstrou que os tratamentos administrados, na dose de 100 mL/ kg de peso vivo, foram eficazes na correção da hidratação durante o período experimental. No primeiro dia do período de patência das diarreias foi observado que a fluidoterapia oral, em ambos tratamentos, causou uma alcalose metabólica iatrogênica, entretanto no segundo e terceiro dia, mesmo com os tratamentos, todos animais diarreicos apresentaram acidose metabólica leve. O segundo experimento, avaliou e comparou a utilização da fluidoterapia oral, em diferentes protocolos e composição de soluções poliônicas, na prevenção e controle das alterações hidroeletrólíticas e acido-base de bezerras durante os cinco primeiros dias de patência da diarreia. Foram utilizadas 18 bezerras, divididas em três grupos: GA (n=6), GB (n=6) e GC (n=6), a partir do primeiro dia de patência da diarreia, que foram submetidas à fluidoterapia oral, na dose de 100mL/ kg/ 24h (divido duas e quatro vezes por dia). Os animais do GA e GB foram hidratados com solução poliônica isotônica com agente alcalinizante acetato, e os animais do GC foram hidratados com poliônica (UFMG) contendo o dobro da quantidade dos agentes alcalinizantes (acetato e bicarbonato), durante os cinco primeiros dias de patência da diarreia. O perfil hemogasométrico, eletrolítico, bioquímico e do pH e densidade urinária foram avaliados nos cinco primeiros dias do período de patência das diarreias. A análise dos resultados demonstram que os tratamentos administrados, na dose de 100 mL/ kg de peso vivo, foram eficazes na correção da hidratação durante o período experimental para todos os grupos. No primeiro dia do período de patência das diarreias foi observado que a utilização da fluidoterapia oral, em todos os tratamentos, causou uma alcalose metabólica iatrogênica, entretanto a partir do segundo, mesmo com a administração da fluidoterapia, todos animais diarreicos do GA e GB apresentaram acidose metabólica leve. Já os animais hidratados com solução UFMG apresentaram até o quarto dia uma alcalose iatrogênica moderada-leve, sendo uma solução poliônica eficiente na prevenção e correção dos distúrbios hidroeletrólíticos e acido-base das bezerras diarreicas.

Palavras Chave: Fluidoterapia oral, soluções poliônicas, acidose metabólica, alcalose iatrogênica

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the use of different oral electrolyte solutions during patency of diarrhea in neonates calves. Two experiments were carried, the first evaluated and compared the use of oral fluid and different alkalizing agents in polionics isotonic solutions, prevention and correction of electrolyte and acid-base changes in heifers during the first three days of patency of diarrhea. There were used 14 calves, divided in two groups: G1 (n = 6) and G2 (n = 8), from the first day of patency of diarrhea, fluid who underwent oral dose of 100 mL / kg / 24h (divided twice daily). The G1 was hydrated with polionic isotonic solution with alkalizing agent bicarbonate, whereas G2 was hydrated with polionic isotonic solution with alkalizing agent acetate during the first two days of patency of diarrhea. The profile haemogasometric, electrolytic, biochemical and urinary pH and density were evaluated in the first, second and third day of the patency period of diarrhea. Both oral polionics isotonic solutions showed similar results, with no difference ($p > 0.05$) in the treatments administered. The results showed that the treatments administered at a dose of 100 mL / kg body weight, were effective in the correction of hydration during the trial period. On the first day of the period of patency of diarrhea was observed that the oral fluid in both treatments caused a iatrogenic metabolic alkalosis, however the second and third day with the same treatment, all animals showed mild metabolic acidosis diarrhea. The second experiment evaluated and compared the use of oral fluid in different protocols and composition solutions poliônicas, prevention and control of electrolyte changes and acid-base calves during the first five days of patency of diarrhea. There were used 18 calves, divided into three groups: GA (n = 6), GB (n = 6) and control group (n = 6), starting the first day of patency of diarrhea, fluid who underwent oral dose 100ml / kg / 24h (two four divided times a day). The animals of GA and GB were hydrated with isotonic polionic solution with alkalizing agent acetate, and the rabbits were hydrated polionic solution (UFMG) with double the amount of alkalizing agents (acetate and bicarbonate), during the first five days of patency diarrhea. The profile haemogasometric, electrolytic, biochemical and urinary pH and density were evaluated in the first five days of the patency period of diarrhea. Analysis of the results shows that the treatments administered at a dose of 100 mL / kg body weight, were effective in the correction of hydration during the trial period for all groups. On the first day of the period of patency of diarrhea was noted that the use of oral fluid in all treatments caused a iatrogenic metabolic alkalosis, however from the latter, even with administration of fluid, diarrheal all animals showed GA and GB metabolic acidosis. The animals hydrated with solution UFMG resulted in all animals caused by the fourth day, a mild-moderate iatrogenic alkalosis, and a solution polionic efficient in the prevention and correction of electrolyte disturbances and acid-base from diarrheal calves.

Keywords: Oral fluid polionics solutions, metabolic acidosis, alkalosis iatrogenic

CAPÍTULO I – JUSTIFICATIVAS E HIPÓTESE

1. INTRODUÇÃO

Os bezerros, dentro da bovinocultura, representam a possibilidade de aumento do rebanho e principalmente do melhoramento genético. No entanto, a criação dessa categoria é uma etapa de custos elevados devido ao aleitamento e mão de obra, além das altas taxas de morbidade e mortalidade, sendo portanto, uma etapa decisiva para a viabilidade econômica da atividade.

A maioria das causas de mortalidade em bezerros, do nascimento ao desmame, ocorre em consequência das diarreias dos neonatos e dos problemas respiratórios (Davis e Drackley, 1998). O *National Animal Health Monitoring System* (USDA, 2007) mostra que, nos Estados Unidos, 56,5% das mortes de bezerros são em consequência das diarreias e representam um custo anual estimado em US\$ 33.46, por animal, com o tratamento desta enfermidade (Kaneene e Hurd, 1990).

No Brasil, a diarreia ocorre de forma endêmica e com alta incidência. No Estado de São Paulo, Langoni et al. (2004) descrevem que esta enfermidade afeta 90-100% dos neonatos e a mortalidade atinge até 50%. Em Minas Gerais, Freitas (2009) determinou uma prevalência diária de casos de diarreia de 6-14%, com incidência de 100% e letalidade de 27% em bezerros com até 30 dias de idade em uma propriedade de exploração leiteira semi intensiva. Ferreira (2009) realizou um estudo em 20 propriedades semi intensivas de produção de leite, também em Minas Gerais, e encontrou prevalência de 11,6% de bezerros enfermos durante a fase de aleitamento. Além disso, a autora observou que 26% dos animais doentes apresentavam algum grau de desidratação.

A diarreia nos neonatos ocorre nas primeiras quatro semanas de vida e é definida como um aumento na frequência de defecação ou no volume das fezes. Independentemente do agente causador ou mecanismo, a sintomatologia clínica é semelhante para a maioria dos casos, com presença de fezes variando de pastosas a liquefeitas, desidratação, acidose metabólica, desequilíbrio de eletrólitos (hiponatremia e hipercalemia, e menos frequentemente,

hipocloremia e hipernatremia), além de balanço energético negativo com ou sem hipoglicemia. Há, portanto, um déficit no fluido corpóreo total, de eletrólitos e um desequilíbrio acido-base (Philips, 1985; Naylor 1999).

Embora frequentemente administrados, nas propriedades leiteiras, o uso de medicamentos para tratamento da diarreia neonatal é pouco eficiente na redução ou interrupção dos episódios. Usualmente, no Brasil, o tratamento dessa enfermidade visa controlar a infecção e a inflamação, com a administração de antimicrobianos, quimioterápicos e anti-inflamatórios. Entretanto, não é comum o tratamento dos distúrbios acido-base e hidroeletrólíticos, que são as principais causas da elevada mortalidade dos neonatos em decorrência desta enfermidade (Freitas, 2009).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 1995), o desenvolvimento da terapia de reidratação oral foi um dos mais importantes avanços na medicina humana do século XX. O desenvolvimento de tecnologias para a reidratação oral associado a campanhas de divulgação das pesquisas são responsáveis pela redução drástica da mortalidade infantil em todo o mundo.

A diarreia é a mais comum indicação para fluidoterapia em bezerros, e que a reposição hídrica oral deve ser a principal conduta dentro dos protocolos terapêuticos visando minimizar o impacto econômico (Naylor, 1990; Constable, 2003). Apesar disso, no Brasil, são escassas as pesquisas para o desenvolvimento dessa tecnologia, muito embora a utilização correta dessa ferramenta terapêutica reduza significativamente as perdas com mortalidade nessa categoria (Berchtold, 1999).

No Brasil, tendo em vista o cenário desta enfermidade nas criações de bezerros, associado ao perfil cultural, da grande maioria, dos nossos produtores, que não utilizam a fluidoterapia como rotina no tratamento das diarreias, é imprescindível a realização de trabalhos que visem a testar e difundir protocolos de hidratação oral.

Em um experimento desenvolvido pelo Setor de Clínica de Ruminantes (Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas

Gerais), Ferreira (2001) demonstrou a eficácia, durante as primeiras 24 horas, da fluidoterapia oral no reestabelecimento do balanço hídrico, eletrolítico e acido-base de bezerros desidratados, submetidos ao protocolo de diarreia induzida.

Seguindo esta linha de pesquisa proposta pelo Setor de Clínica de Ruminantes (EV-UFG) em 2009, Freitas caracterizou o perfil eletrolítico e acido-base de bezerros neonatos com casos naturais de diarreia. Os resultados obtidos nos experimentos demonstraram que, com a evolução da diarreia a acidose metabólica se agrava, assim como o desequilíbrio eletrolítico. Os resultados obtidos com a caracterização das alterações do perfil eletrolítico e acido-base estimularam e impulsionaram a realização do presente trabalho.

Os objetivos deste projeto foram avaliar os efeitos clínicos e laboratoriais (perfil sérico dos eletrólitos, gasométricos, hematócrito, hemoglobina e densidade e pH urinários) da administração de soluções poliônicas orais, em diferentes protocolos e constituições, para a correção dos distúrbios hidroeletrolítico e acido-base em bezerros neonatos acometidos por diarreia, naturalmente adquirida, durante o período de patência desta enfermidade, e para tanto, foram executados dois experimentos, a seguir descritos.

2. HIPÓTESE

O uso da fluidoterapia oral é eficaz no controle das alterações hidroeletrolíticas e do equilíbrio acido-base de bezerras, durante o período de patência das diarreias neonatais naturalmente adquiridas.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos Gerais

Avaliar e comparar diferentes protocolos e soluções poliônicas isotônicas orais na correção dos distúrbios hidroeletrolíticos e do equilíbrio acido-base em neonatos bovinos durante os primeiros dias do período de patência das diarreias naturalmente adquiridas.

3.2. Objetivos Específicos

- Avaliar o perfil sanguíneo de eletrólitos, dos parâmetros de gasometria, hematócrito, hemoglobina e bioquímicos além do pH e densidade urinários de neonatos bovinos, submetidos a fluidoterapia, durante os primeiros dias do período de diarreias naturalmente adquiridas.
- Comparar a eficácia de soluções eletrolíticas orais, com diferentes agentes alcalinizantes, na correção das alterações do equilíbrio acido-base de neonatos bovinos durante o período de patência das diarreias naturalmente adquiridas.
- Avaliar diferentes protocolos de administração de soluções eletrolíticas orais na correção das alterações hidroeletrolíticas sanguíneas, dos parâmetros de gasometria, hematimétricos e bioquímicos além do pH e densidade urinários, de neonatos bovinos, durante os primeiros dias do período de patência das diarreias naturalmente adquiridas.

CAPÍTULO II – ASPECTOS IMPORTANTES DA FLUIDOTERAPIA ORAL EM BEZERROS NEONATOS COM DIARREIA

4. LITERATURA CONSULTADA

4.1. Diarreia Neonatal

A diarreia é definida como o aumento da frequência de defecação ou no volume das fezes. Frequente nos bovinos leiteiros, é uma enfermidade de caráter multifatorial, ocorrendo nas primeiras quatro semanas de vida. Está associada a diversos fatores ambientais, às práticas de manejo, à nutrição, além de uma ampla variedade e associação de patógenos, sendo, portanto um produto desta interação (Holland, 1990; Hall *et al.*, 1992; Cunningham, 2004; Langoni *et al.*, 2004, Botteon *et al.*, 2008; Ferreira, 2009).

Os enteropatógenos comumente associados à ocorrência das diarreias em bezerros neonatos são os protozoários (*Cryptosporidium* sp, *Eimeria* spp e *Giardia* sp), vírus (*Rotavirus* e *Coronavirus*), bactérias (*Clostridium perfringens* tipo C, *Escherichia coli* enterotoxigênica e *Salmonella* spp) (Oliviedo *et al.*, 1987; Narici *et al.*, 1999; Brandão *et al.*, 2002; Brandão *et*

al., 2007; Botteon *et al.*, 2008, Foster e Smith, 2009), além das helmintoses gastrointestinais (Brandão *et al.*, 2007) e ainda as causas nutricionais (Owen *et al.*, 1958).

As enteropatias são resultantes de um complexo fisiopatológico mediado por toxinas bacterianas, inflamações induzidas por parasitas e bactérias ou atrofia de vilosidades intestinais ocasionadas pela ação viral ou de protozoários. Estas condições resultam, clinicamente, em episódios de diarreia que tem por origem a hipersecreção intestinal e/ou má absorção e digestão ou combinações destas (Argenzio, 1985; Naylor, 1999; Foster e Smith, 2009).

4.1.1. Fisiopatologia das diarreias neonatais

Existem quatro mecanismos que explicam a fisiopatologia das diarreias, os distúrbios osmóticos, secretores, má absorção ou alteração da motilidade intestinal (Figura 01). Na maioria dos casos, a diarreia ocorre pela combinação de dois ou mais destes mecanismos (Argenzio, 1985).

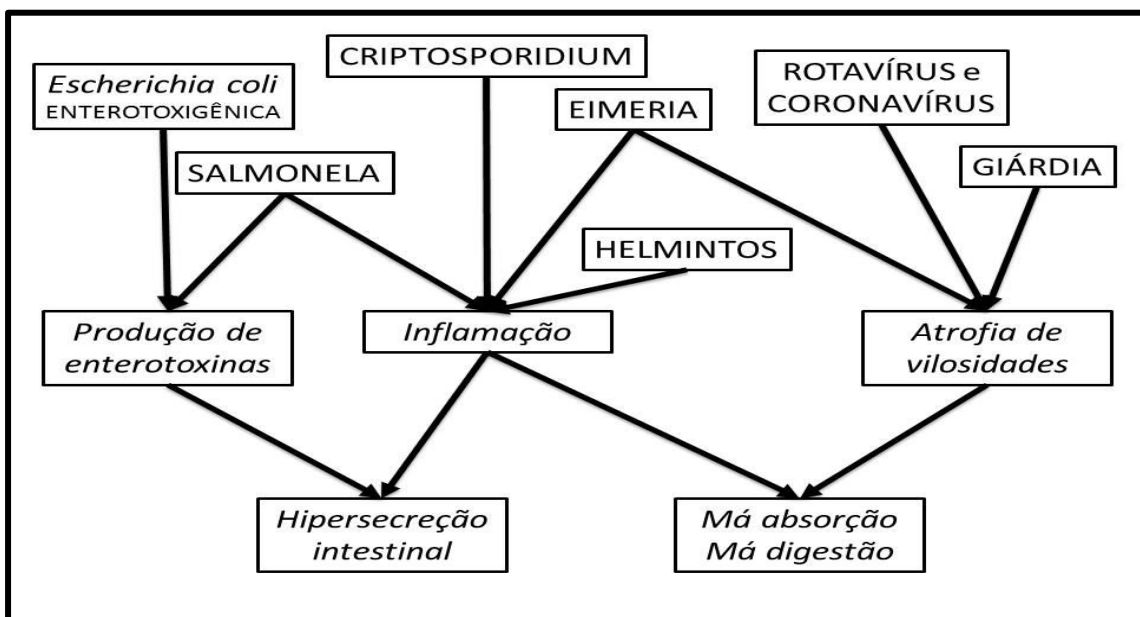


Figura 01: Mecanismo da ação dos principais enteropatógenos causadores da diarreia em bezerros até 28 dias de idade (Adaptado de Argenzio, 1985).

Independentemente do mecanismo de ação, a enfermidade acarreta o aumento das perdas fecais de água e eletrólitos, principalmente Na^+ , Cl^- , K^+ e HCO_3^- (Argenzio, 1985; Constable *et al.*, 1996; Naylor, 1999). As perdas de fluidos nas fezes de animais hígidos estão em torno de 0,3% do peso corporal total, entretanto nas diarreias profusas, as perdas diárias destes fluidos nas fezes podem alcançar de 13 a 18% e, em casos extremos, pode atingir até 21% do peso corpóreo em 24 horas. Estas perdas, de água e eletrólitos, equivale a um aumento de 22 a 40 vezes do volume fecal, quando comparados animais hígidos e diarréicos (Tabela 01) (Lewis e Philips, 1972; Berchtold, 1999).

Outro fato a se considerar é que o percentual de água, na constituição dos animais jovens é maior, representando de 70-80% do

peso corporal enquanto, nos animais adultos, esse percentual é de 50-60%. Isto implica em maior gravidade nos casos de desidratação observada nos animais jovens (Thornton e English, 1978). A distribuição dos líquidos corpóreos no organismo dos neonatos é representada, em média, por: 74% do volume corporal total, sendo 35% como volume de fluido extracelular e 39% como volume intracelular (Phillips e Knox, 1969; Fayet, 1971). Durante os episódios de diarreias nos bovinos neonatos, há uma redução no volume de água corporal total, com redução do volume do fluido extracelular e uma pequena expansão do fluido intracelular. Esta desidratação hiperosmótica pode ser observada nos casos de diarreia crônica, podendo levar à morte do enfermo (Michell, 1994; Constable *et al.*, 1996; Angelos e Van Metre, 1999; Berchtold, 1999).

Tabela 01: Valores de excreção diária de constituintes fecais de bezerros hígidos, diarréicos e comparação entre ambos.

Componentes	Sadio (S)	Diarreia (D)	D/S
Água (g)	51,0	927,0	18,2
Matéria seca (g)	12,5	93,5	7,5
Gordura total (g)	4,1	37,4	9,1
Ácidos graxos livres (g)	0,7	18,5	26,4
Proteína bruta (g)	5,5	41,0	7,5
Minerais (g)	1,5	10,5	7,1
Cálcio mMol	10,8	49,4	4,6
Magnésio mMol	5,7	12,0	2,1
Sódio mMol	5,0	41,6	8,3
Potássio mMol	2,2	39,9	18,1
Fósforo mMol	7,0	31,3	4,4
Coliformes $\times 10^8$	118,0	2907,0	24,6
pH	6,8	6,0	-

Fonte: Adaptado de Wattiaux (2005).

A concentração eletrolítica e o volume de fluido fecal são dependentes tanto das perdas endógenas quanto das taxas de consumo e de absorção intestinal de água (Phillips e Knox, 1969; Fayet, 1971). Durante as diarreias, há um aumento nas perdas corporais totais de sódio, potássio, cloretos e bicarbonato, que são responsáveis pelo volume do fluido extracelular, entretanto, não há uma queda imediata na concentração plasmática, visando manter o equilíbrio eletrolítico (Angelos e Van Metre, 1999).

Com a evolução do quadro, os mecanismos de controle do volume circulatório tornam-se mais importantes que os controles da osmolalidade do fluido extracelular. Em resposta às excessivas perdas de íons e água, há a liberação do hormônio antidiurético e aumento da

sede, que, associados à administração de soluções eletrolíticas desbalanceadas, faz com que haja retenção de água, hiponatremia, e consequente expansão de volume do fluido intracelular (Michell, 1994; Angelos e Van Metre, 1999; Naylor, 1999). O volume intracelular também pode aumentar independente da hiposmolalidade extracelular, em bezerros diarréicos severamente desidratados (Roussel *et al.*, 1988).

De forma geral, as diarreias possuem sintomatologia clínica similar. São descritos sinais como desidratação, redução do volume plasmático e da perfusão tecidual, degradação da função renal com evolução para choque hipovolêmico, plasma hiposmolar, balanço negativo de sódio, potássio, cloreto e bicarbonato, hiponatremia, azotemia, perda de

peso corpóreo, balanço energético negativo com ou sem hipoglicemia e, na maioria das vezes, acidose metabólica e hipercalemia (Michell, 1983; Philips, 1985; Groutides e Michell, 1990^{A,B}; Michell, 1994; Berchtold, 1999; Naylor, 1999; Kasari, 1999; Radostits *et al.*, 2007; Divers e Peek, 2008; Freitas, 2009).

O volume do líquido extracelular é diretamente dependente do conteúdo corporal total de sódio e sua concentração sérica é determinada pelo balanço hídrico (Angelos e Van Metre, 1999; DiBartola, 2012). Com a desidratação, há redução do volume circulante em consequência das contínuas perdas de sódio, e ocorre liberação da aldosterona que tem ação nos ductos renais, promovendo a reabsorção de sódio, na troca por íons H^+ e K^+ (Carlson, 1997).

Não existem sinais específicos que caracterizem a hiponatremia. Normalmente estão associados a desidratação, fraqueza muscular e depressão, que ocorrem quando há distúrbios eletrolíticos e do balanço ácido-base (Angelos e Van Metre, 1999; DiBartola, 2012). Nos bovinos valores de sódio inferiores a 115mMol/L na concentração sérica são considerados hiponatremia grave e podem levar quadro de edema e/ou hemorragias cerebrais com sintomatologia nervosa podendo levar o animal à morte súbita (Angelos e Van Metre, 1999; Kochevar, 2003; Radostits *et al.*, 2007).

Semelhante ao sódio, o cloreto é importante para a manutenção da osmolalidade e do equilíbrio ácido-base (DiBartola, 2012). Nas diarreias naturalmente ocorridas, normalmente, não há perdas significativas deste ânion, ou seja, o cloreto não acompanha as perdas do sódio que é seu cátion correspondente. As concentrações de cloreto tendem a permanecer constantes, durante o período de patência da diarreia (Freitas, 2009) para manter o princípio da eletroneutralidade, pois as perdas do íon bicarbonato nas fezes e no sistema tampão associadas ao aumento das concentrações de ácidos orgânicos, principalmente o ácido láctico, induzem o

organismo a reter mais o cloreto, para facilitar a reabsorção de sódio pelo sistema renal uma vez que há um déficit de HCO_3^- (Gomes, 1997; DiBartola, 2012).

Durante os episódios de diarreia, há distúrbios no equilíbrio intra e extracelular do potássio, podendo resultar em hipercalemia, mesmo que as concentrações totais corporais deste íon estejam normais ou ainda estejam baixas em consequência das excessivas perdas nos fluidos fecais (Tennant *et al.*, 1972).

O equilíbrio do potássio (intra ou extracelular) é diretamente influenciado pelo equilíbrio ácido-base. A acidose metabólica, causada pela diarreia, acarreta a elevação das concentrações de íons hidrogênio (H^+) no meio intracelular. Isto ocorre pois, a membrana celular é permeável a este íon. Em contrapartida a membrana celular é relativamente impermeável aos íons Cl^- , e por conseguinte, não acompanham o íon H^+ para o interior da célula, enquanto o lactato e ânions cetoácidos seguem o movimento intracelular dos íons H^+ (DiBartola, 2012). Dessa forma, para manter a eletroneutralidade do meio intracelular os íons potássio (K^+) migram para o meio extracelular, resultando no aumento das concentrações plasmáticas deste cátion. É importante ressaltar que este mecanismo de compensação da acidose metabólica somente ocorre quando há perdas concomitantes do íon bicarbonato (Tennant *et al.*, 1972; DiBartola, 2012).

A intensidade da hipercalemia nos animais enfermos é diretamente dependente da gravidade da afecção e de seus achados clínicos, principalmente do grau de desidratação (Tabela 02) e da acidose metabólica (Argenzio, 1985; Naylor, 1999; Berchtold, 1999; Abutarbush e Petrie, 2007). A acidose metabólica D-láctica e L-láctica, na ausência de perdas de íons bicarbonato, não interferem no equilíbrio do potássio entre os fluidos intra e extracelular (Singh *et al.*, 1989; Sweeney, 1999; Suzuki *et al.*, 2002).

Tabela 02: Correlação entre sinais clínicos apresentados por bovinos e percentual de desidratação

Sinais Clínicos	Desidratação (%)
Ausentes	0 – 5
Perda de elasticidade da pele, boca seca e conjuntiva hiperêmica.	6
Enoftalmia, aumento nos tempos de repleção capilar e dos sinais supracitados.	8
Decúbito, extremidades frias e exacerbação dos sinais supracitados.	10
Choque hipovolêmico.	Maior que 12

Fonte: Radostits *et al.* (2007).

Embora haja grandes perdas de potássio nas fezes durante os episódios de diarreia, causando diminuição nas reservas corporais totais, a saída do potássio do interior da célula para o sangue faz com que bezerros enfermos apresentem hipercalemia. Esta hipercalemia pode ser agravada com a redução da eliminação renal de K^+ , em decorrência da redução do fluxo urinário devido à desidratação (Michell, 1983; Groutides e Michell, 1990^{A,B}; Suzuki *et al.*, 2002). Outros fatores também influenciam a concentração de potássio plasmático, como redução do consumo, hiponatremia, hipocloremia e aumento da excreção salivar, sob a influência da aldosterona. Nestas condições, as concentrações plasmáticas desse íon encontram-se normais ou reduzidas (Sweeney, 1999).

Durante a fase inicial da diarreia há normoglicemia, entretanto com a evolução da enfermidade e prolongamento do período de patência, instala-se no animal o quadro desidratação e acidose metabólica, que pode acarretar hipoglicemia devido à redução do consumo de alimento pelos enfermos em consequência da depressão (Freitas, 2009).

Segundo Tennant *et al.* (1968), Lewis *et al.* (1975) e Phillips e Case (1980) os níveis séricos de glicose em animais hígidos variam de 80 – 100 mg/dL, em casos graves com diarreias profusas estes valores podem cair para 50mg/dL ou até mesmo a valores inferiores. Os sinais da hipoglicemia são inespecíficos como fraqueza, hipotermia, decúbito e coma (Radostits *et al.*, 2007).

A hipoglicemia é resultado da anorexia ou redução do consumo, associado à diminuição da absorção intestinal da glicose (Bywater e Penhale, 1969), das pequenas reservas corporais (em função da idade) (Shelly, 1969), além de alterações no metabolismo celular em consequência da hipovolemia, hipoxia e acidose pelo acúmulo de ácido láctico (Tennant *et al.*, 1968).

O aumento de nitrogênio uréico sanguíneo (BUN) é indicativo de disfunções renais e pode estar presente em casos de azotemia (pré-renal e pós-renal), hemorragia gastrointestinal e em dietas com excesso de proteínas. Já em casos de desnutrição, insuficiência hepática e hiper-hidratação, ocorre redução desses valores (Cunningham, 2004).

Nas diarreias neonatais há o aumento da concentração do BUN (Freitas, 2009) que ocorre, em parte, pelo aumento do catabolismo protéico,

para fornecer aminoácidos para serem utilizados na gliconeogênese hepática e paralelo a este fato, a desidratação e consequente redução na taxa de filtração glomerular e, dessa forma, diminuindo o clearance de BUN assim como de outros metabólitos (Demigne e Remesy, 1983).

Como consequências das excessivas perdas de eletrólitos e água nas fezes diarreicas instalam-se nos animais distúrbios hidroeletrólíticos como desidratação e balanço eletrólítico negativo, principalmente, de sódio, potássio, bicarbonato além de acúmulo de ácidos orgânicos, principalmente o lactato. Em decorrência destas alterações instala-se um quadro de acidose metabólica, na maioria das vezes compensada, com azotemia e perda de peso, podendo estar associado ou não a hipoglicemia (Michell, 1994; Michell, 1998; Freitas, 2009).

A regulação e manutenção do pH, envolve mecanismos complexos que estão interligados e atuam para manter a homeostase. A manutenção desta homeostase é diretamente dependente do equilíbrio dinâmico que há entre os líquidos corporais (LIC – líquido intracelular e LEC – líquido extracelular), pH e eletrólitos. Nos mamíferos, os mecanismos responsáveis pela manutenção do pH sérico podem ser divididos em físico-químicos e fisiológicos (Gomes, 1997; Constable, 1999; Cunningham, 2004).

Na tentativa de compensar a acidose metabólica causada pela diarreia, o organismo, lança mão, principalmente, dos mecanismos fisiológicos. Há o aumento da frequência ou amplitude respiratória, reduzindo os valores de PCO_2 , e ocorre a troca dos íons K^+ do meio intracelular para o meio extracelular por íons H^+ , elevando a calemia dos enfermos mesmo que o potássio corporal total esteja reduzido, e ainda retenção de água e eliminação dos íons H^+ na urina, levando a redução do pH urinário (acidúria) (Designé *et al.*, 1980; Naylor, 1987; Berchtold, 1999; Naylor, 1999; Naylor *et al.*, 2006; Freitas, 2009).

Dentro dos mecanismos físico-químicos, o bicarbonato sérico atua como um sistema de tamponamento importante. Isto ocorre pois o HCO_3^- reage com o CO_2 (oriundo do metabolismo celular) formando o H_2CO_3 , que é um ácido muito fraco, ou seja, sua dissociação em íons H^+ e HCO_3^- é muito pequena. Dessa forma, o ácido carbônico atua como tampão, reagindo com ácidos ou bases fortes que são adicionados ao sistema, minimizandoas

eventuais alterações no pH da solução, pois há formação de outros ácidos ou bases também fracas (Figura 02) (Gomes, 1997; DiBartola, 2012).

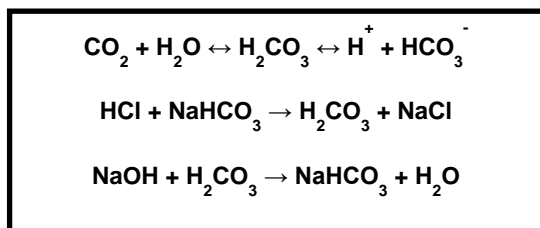


Figura 02: Equações de tamponamento do bicarbonato (Adaptado de Gomes, 1997).

A principal consequência da diarreia é acidose metabólica, que segundo Gomes (1997) e DiBartola (2012), é caracterizada pela diminuição primária da concentração de HCO_3^- , aumento da concentração de H^+ , diminuição do pH e redução secundária ou de adaptação da pressão parcial de dióxido de carbono (PCO_2).

Nas diarreias, a acidose metabólica é causada pelas perdas excessivas de HCO_3^- que ocorrem em consequência das contínuas perdas de fluidos ricos neste íon pelo trato gastrointestinal, assim como pelo acúmulo de ácidos orgânicos, e ainda, pela redução na eliminação destes ácidos pela depuração renal em decorrência da desidratação (Constable *et al.*, 1996; Berchtold, 1999; Naylor 1999).

Segundo Naylor *et al.* (2006) a acidose metabólica é a principal causa da morte dos bezerros diarreicos. Portanto, a eficácia do organismo em compensar a acidose instalada, lançando mão dos mecanismos físico-químicos e fisiológicos, é que determinará a vida ou morte dos animais com diarreia.

A acidose metabólica causada pelas diarreias imprime ao animal alterações dos parâmetros hemogasométricos como: redução do bicarbonato sérico, pH, dióxido de carbono total (TCO_2), PCO_2 , e dos valores de excesso de base (EB). Paralelo a isto, ocorre também o aumento nos valores da janela aniônica (AGap) e dos valores séricos do L-lactato (Freitas, 2009).

Os valores das concentrações séricas de eletrólitos e dos parâmetros hemogasométricos possuem amplitudes de variação fisiológicas muito estreitas (Tabela 03). Esta pequena variação dos valores de eletrólitos e dos parâmetros hemogasométricos é necessária para manutenção e regulação do pH e consequentemente da homeostase. Neste controle, estão envolvidos os tampões físico-químicos e os controles fisiológicos, que envolvem o sistema respiratório e renal e, ainda, mecanismos celulares (Rose e Post, 2001).

De modo geral os textos de referência (Dirksen *et al.*, 1993; Carlson, 1997; Radostits *et al.*, 2007; Kaneko *et al.*, 2008) apresentam intervalos de referência para bovinos criados em condições diferentes das encontradas no Brasil. Paralelo a este fato a maioria dos autores não estabelece valores para bezerros durante os primeiros 30 dias de vida. No Brasil, somente Lisboa *et al.* (2002) e Freitas (2009) determinaram estes valores para bovinos nesta faixa etária.

Portanto, o estabelecimento de valores de referência para os perfis eletrolítico e ácido-base de bovinos neonatos, criados em climatropical, e em condições de manejo alimentar representativas dos sistemas de produção brasileiros, é de extrema importância para a interpretação destes valores (Freitas, 2009).

Tabela 03: Valores de referências das concentrações séricas eletrolíticas e gasométricas.

Parâmetros	Bovinos				
	Dirksen <i>et al.</i> , 1993 Bezerros	Carlson, 1997	Lisbôa <i>et al.</i> , 2002** Bezerros até 30 dias de idade	Kaneko <i>et al.</i> , 2008	Freitas, 2009* Bezerros de 3-30 dias de idade
Na (mEq/L)	115-145	132-152	-	132-152	136,41-137,65
K (mEq/L)	3,5-5,0	3,9-5,8	-	3,9-5,8	4,36-4,58
Cl (mEq/L)	75-115	97-111	-	97-111	98,36-99,82
HCO ₃ (mEq/L)	23-29	20-30	28,47±2,27	17-29	29,55-30,60
pH	7,33-7,37	7,35-7,50	7,352±0,034	7,31-7,53	7,399-7,42
PCO ₂ mm Hg	-	-	53,9±4,67	-	46,09-48,25
TCO ₂ (mEq/L)	-	-	29,99±2,36	-	30,9-32,02
LactatomMol/L	0,4-2,2	-	-	-	1,72-2,1
EB(mEq/L)	-	-	3,19±2,31	-	4,84-6,08
Anion Gap (mEq/L)	-	13,9-20,2	-	10-20	11,79-12,94

*Valores determinados a partir do intervalo de confiança estimado em 95%, elaborado por meio dos valores individuais das concentrações séricas (sangue venoso) de 35 bezerras hígdas, com idades variando de 3 a 30 dias de vida.

**Sangue venoso

O excesso de base e a janela aniônica podem ser úteis na determinação da gravidade e prognóstico clínico das alterações hidroeletrolíticas e acido-base (Gomes, 1997; DiBartola, 2012).

O EB é definido como a quantidade de ácido, em mEq/L, necessário para reestabelecer o pH de um litro de sangue, à 37°C e PCO₂ de 40mmHg ao pH de valor 7,4 (Bookallil, 2012) ou, simplesmente, a diferença entre o total de

bases e ácidos tituláveis (Carlson, 1997). Os valores negativos indicam deficiência de bases, caracterizando um quadro de acidose clínica, devido à redução das concentrações de bicarbonato (Carlson, 1997).

O EB é uma ferramenta que deve ser utilizada em conjunto com o pH, PCO₂ e HCO₃⁻ para caracterizar os distúrbios acido-base (Tabela 04) (Bookallil, 2012).

Tabela 04: Características do pH, PCO₂, EB e HCO₃⁻ nos distúrbios acido-base

pH	PaCO ₂	HCO ₃ ⁻	EB*	Alteração
7,4	40 mmHg	24 mEq/L	0	Normalidade
↑	↓	↓	0 ou -	Alcalose respiratória
↑	↑	↑	+	Alcalose metabólica
↓	↑	↑	0	Acidose respiratória
↓	↓	↓	-	Acidose metabólica
↓	↑	↓	-	Acidose mista respiratória e metabólica
↑	↓	↑	+	Alcalose mista respiratória e metabólica
7,4	↑	↑	+	Distúrbio misto acidose alcalose
7,4	↓	↓	-	Distúrbio misto alcalose acidose

*Valores de EB positivos (+)/ zero (0)/ ou negativos (-)

Fonte: Adaptado de Bookallil (2012)

A janela aniônica é a diferença entre os cátions e ânions mensuráveis no sangue. Esta diferença é relativamente pequena, pois é princípio básico da homeostase a manutenção da

eletroneutralidade. Adota-se, por definição, como valor do AGap o resultado da seguinte equação (Radostitis *et al.*, 2007):

$$\text{Janela aniônica} = [\text{Na}^+ + \text{K}^+] - [\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-]$$

Estes íons são utilizados, para este cálculo, por estarem em maior concentração e importância no líquido extracelular. As cargas de cátions (cálcio e magnésio) e ânions (proteínas, sulfatos e fosfatos) não mensurados tendem a se balancear, mantendo o princípio da eletroneutralidade. Os valores normais da janela aniônica para os bovinos estão entre 13 – 20 mEq/L (Carlson, 1997) e, especificamente, para bezerros neonatos susceptíveis à diarreia, de 3 a 30 dias de idade, os valores de AGap variam de 11 – 12 mEq/L, em bezerros de 3-30 dias (Freitas, 2009).

Tanto o EB quanto o AGap são parâmetros que se relacionam diretamente com o perfil eletrolítico dos animais. Nas diarreias, o íon bicarbonato é o principal eletrólito a sofrer alterações, com reduções drásticas na sua concentração e, desta forma, alterando os valores de EB e AGap (Nakagawa *et al.*, 2007). Ambos subsidiam o diagnóstico e prognóstico das alterações metabólicas, onde valores negativos de EB e elevados de AGap são indicativos de acidose metabólica (Carlson, 1997; Gomes, 1997; Nakagawa *et al.*, 2007).

O equilíbrio ácido-base também é muito influenciado pelo aumento na concentração sérica de ácidos orgânicos, principalmente o D e L-lactatos e os cetoácidos. O lactato é um ácido orgânico que exerce grande importância na homeostase. A sua concentração fisiológica varia de 0,4 – 2,2 mMol/L com valor médio de 1,3 mMol/L segundo Dirksen *et al.* (1993) e de 1,72 – 2,1 mMol/L segundo Freitas (2009).

Nas infecções entéricas, o aumento do lactato sérico ocorre juntamente com o aumento dos valores de AGap, em função das contínuas perdas de HCO₃⁻ e do acúmulo deste ácido no organismo (Ewaschuk *et al.*, 2003). Tanto o L-lactato, oriundo da glicólise anaeróbia em consequência da hipovolemia e baixa oxigenação tissular (Cunningham, 2004; Kaneko *et al.*, 2008), quanto do D-lactato, oriundo do metabolismo bacteriano e absorção deste no trato gastrointestinal, contribuem para agravar a acidose metabólica (Omole *et al.*, 2001).

Independente da idade do animal e do agente etiológico causador das diarreias neonatais naturalmente adquiridas há alterações na microbiota intestinal (Youanes e Herdt, 1987). Especificamente, a população de *E. coli* aumenta de 5 a 10.000 vezes no trato gastrointestinal, sendo que o crescimento bacteriano é maior nos animais que tiveram a transmissão da imunidade

passiva comprometida quando comparados com bezerros que tiveram a colostragem adequada. O crescimento bacteriano ocorre, sobretudo, no lúmen do duodeno, jejuno e íleo de bezerros com diarreia naturalmente adquirida, mesmo que este agente não seja a causa inicial da doença (Morin *et al.*, 1976; Youanes e Herdt, 1987). Este crescimento bacteriano está associado com a patogênese das diarreias, pois a redução na absorção dos nutrientes como a glicose, xilose e gorduras favorece a colonização pela *E. coli* (Youanes e Herdt, 1987).

Este supercrescimento bacteriano desempenha papel importante no desenvolvimento da acidose metabólica instalada nas diarreias neonatais, em consequência da produção excessiva de ácido D-láctico. O D-lactato é resultante da fermentação bacteriana e é um componente importante da patogênese da acidose presente na síndrome diarreica em bezerros (Ewaschuk *et al.*, 2003; Lorenz, 2004^{AB}; Constable *et al.*, 2005). Como consequência do acúmulo e absorção deste ácido orgânico pelo enfermo há o surgimento de alterações sistêmicas como depressão, fraqueza e ataxia (Lorenz, 2004^B).

4.1.3. Tratamento das diarreias neonatais

A síndrome diarreica nos bovinos caracteriza-se pela complexidade de sua etiologia e das interações de ambiente, nutrição, técnicas de manejo além de fatores fisiológicos e imunológicos (Benesi, 1999). Fatores como as condições de higiene e localização da maternidade, das instalações da fase de cria dos bezerros, o manejo do colostro e cura de umbigo são fatores determinantes que irão influenciar diretamente no estado sanitário e na prevalência das enfermidades dentro do sistema de produção (Ferreira, 2009; Lorenz *et al.*, 2011).

Portanto, para o controle e tratamento eficaz das diarreias é necessário que o profissional responsável enxergue todas as etapas do sistema de criação sem negligenciá-las e desenvolva ferramentas para monitorar o ambiente, as periparturientes, o nascimento, a colostragem e criação dos neonatos. Paralelo a estas atividades é necessário o desenvolvimento de protocolos de tratamentos para as principais doenças do rebanho, assim como a introdução de novas tecnologias, além do treinamento da mão

de obrae cosntante monitoramento da eficácia das ações recomendadas ¹.

No Brasil, de forma geral, os tratamentos adotados como protocolo nas propriedades visam a combater a infecção e inflamação com a utilização de antimicrobianos e quimioterápicos associados ao uso de anti-inflamatórios desde o início do quadro diarreico. Entretanto não é comum observar a utilização de um protocolo de reposição hidroeletrólítica, exceto quando há uma desidratação intensa, com prostração e um prognóstico desfavorável (Freitas, 2009).

Além das cobranças dos produtores, que visam a minimizar os custos operacionais dos sistemas de produção, reduzindo o consumo de antimicrobianos, é crescente e cada vez mais notória a pressão da sociedade, imposta ao profissional veterinário, quanto à importância do uso prudente dos antimicrobianos. Durante muitos anos o uso abusivo e indiscriminado destes medicamentos favoreceu a seleção e proliferação de cepas bacterianas resistentes (Morley *et al.*, 2005).

Neste contexto, Constable (2004) recomenda o uso de antimicrobianos (orais ou injetáveis) para o tratamento das diarreias apenas em condições especiais, quando houver o envolvimento sistêmico. Para o autor sinais como depressão, febre e anorexia aumentam o risco de bacteremia ou septicemia, e em tais circunstâncias é necessário o uso de antimicrobianos de largo espectro como os β -lactâmicos (ceftiofur, amoxicilina, ampicilina), sulfonamidas potencializadas (sulfanilamida, sulfacetamida e sulfadiazina) ou fluoroquinolonas.

Segundo Constable (2004; 2009) o uso dos antimicrobianos no tratamento das diarreias com envolvimento sistêmico deve ter como foco a *E. coli* no sangue (bacteremia/ septicemia) e no intestino (supercrescimento), pois estes constituem os locais de ação da infecção bacteriana. O uso dos antimicrobianos também pode ser eficaz na eliminação de bactérias que produzem o D-lactato e, desta forma, auxiliar na recuperação clínica mais rápida, embora esta inferência deva ser melhor investigada (Ewaschuk *et al.*, 2006; Berchtold e Constable, 2008).

As diarreias dos neonatos podem vir acompanhadas por cólicas intestinais e dor abdominal. A administração de analgésicos

anti-inflamatórios pode ser benéfica para o animal, minimizando a redução no consumo de alimentos, melhorando o escore de hidratação e a consistência fecal e ainda reduzindo os sinais de dor visceral (Todd *et al.*, 2010).

Dos dois grupos de anti-inflamatórios, os corticoides não são recomendados para bezerros com diarreia, pois estes animais já apresentam concentrações séricas de corticosteroides elevadas, quando comparados com animais hígidos (Lopez *et al.*, 1975), além de poder causar imunossupressão se utilizado na posologia errada (Constable, 2009).

Portanto, a administração de anti-inflamatórios não esteroidais, sobretudo o meloxicam e a flunixin meglumina, são indicados no tratamento das diarreias, pois estes medicamentos possuem efeito analgésico, anti-inflamatório, antipirético e ainda anti-secretorias, devido a seu efeito sobre a motilidade intestinal, melhorando assim a condição física e prognóstica do bezerro enfermo (Barnett *et al.*, 2003; Todd *et al.*, 2010).

O uso de anti-inflamatórios interfere também na redução do período de patência da enfermidade (Ferreira *et al.*, 2006). Para Barnett *et al.* (2003) seu uso deve ainda estar atrelado a gravidade dos casos de diarreia, sendo mais indicado quando há presença de sangue nas fezes diarréicas.

Além dos antimicrobianos e anti-inflamatórios, os protocolos normalmente adotados nas propriedades podem incluir reposição de eletrólitos e anti-diarréicos adsorventes. Este protocolo, de maneira geral visa reduzir a letalidade dos bovinos em consequência das diarreias neonatais. Comumente o tratamento das diarreias dos neonatos é direcionado para manutenção da hidratação e do equilíbrio ácido-base (Naylor *et al.*, 2006).

Independentemente do agente causador, do mecanismo de ação e/ou da administração de medicamentos como antimicrobianos e anti-inflamatórios, as diarreias tem como consequência a perda de grandes quantidades de eletrólitos e água nas fezes, paralelo a redução no consumo de leite e concentrado (Smith, 2009). Este processo resulta em desidratação, acidose, distúrbios eletrolíticos, aumento das concentrações séricas de D-lactato e balanço energético negativo (Groutides e Michell, 1990^{A,B}; Michell, 1994, Constable *et al.*, 1996; Berchtold, 1999; Constable, 1999; Kasari, 1999; Naylor, 1999; Omole *et al.*, 2001; Lorenz, 2004^B;

¹Carvalho e Facury Filho (2013); Escola de Veterinária - UFMG

Constable *et al.*, 2005; Naylor *et al.*, 2006; Freitas, 2009).

Diante deste quadro, fica evidente que para o sucesso do tratamento das diarreias a hidratação, a reposição de eletrólitos e a correção do equilíbrio ácido-base são medidas terapêuticas essenciais e obrigatórias (Berchtold, 1999; Naylor, 1999; Smith, 2009). Segundo Smith (2009) a diarreia neonatal é, de longe, a mais comum indicação para a fluidoterapia.

4.2. Reposição hidro-eletrolítica: conceitos básicos

A fluidoterapia é indicada para correção de desequilíbrios hídricos, eletrolíticos e ácido-base, para otimizar o fluxo sanguíneo e perfusão tecidual, ou ainda para tratamento de animais em choque. Inúmeras enfermidades nos ruminantes levam a alterações no equilíbrio ácido-base e no balanço eletrolítico, sendo necessária a correção destes distúrbios pela hidratação podendo ser enteral ou parenteral (Constable, 2003).

Sempre que possível a via de preferência para a reposição hidro-eletrolítica deve ser a oral, pois estas soluções são mais baratas além de serem mais fácil e rapidamente administradas, quando comparadas com as soluções intravenosas, e não precisarem estar estéreis. Outra vantagem da hidratação oral é que ela cria um reservatório de fluidos e eletrólitos no rúmen, proporcionando uma absorção contínua e sustentada de água e eletrólitos (Naylor *et al.*, 2006; Smith, 2009).

A principal desvantagem da fluidoterapia oral é que ela não pode ser utilizada em casos onde a desidratação é grave, pois nesses casos deve-se optar pela fluidoterapia parenteral para recuperar a volemia o mais rápido possível (Walker *et al.*, 1998^{AB}). A administração da fluidoterapia parenteral pode ser feita por via

intravenosa, intraperitoneal, subcutânea e intra-óssea (Constable, 2003).

As diarreias são as principais indicações da fluidoterapia oral em ruminantes, sendo sua utilização de grande importância terapêutica, pois a reposição hídrica e eletrolítica é fundamental na correção dos distúrbios ácido-base, portanto influenciando positivamente no prognóstico dos enfermos (Philips, 1985; Grove-White e White, 1993; Naylor, 1999; Constable, 2003; Berchtold 2009; Smith, 2009).

Para determinar a quantidade de fluido a ser reposta aos bezerrosdoentes, é necessário antes estimar o déficit corpóreo de líquido, ou seja, determinar o grau de desidratação do animal (Tabela 02 e 05). Este grau é baseado no histórico, sinais clínicos e de patologia clínica dos enfermos e sua gravidade pode ser avaliada pela posição dos olhos na órbita – enoftalmia (olhos profundos); turgor cutâneo, realizada na região do pescoço; brilho, umidade e coloração de mucosa, tempo de preenchimento capilar; avaliação do hematócrito; concentração de proteínas plasmáticas; determinação de pressão venosa central e temperatura das extremidades (membros e orelhas) (Constable *et al.*, 1998; Berchtold, 1999; Naylor, 1999; Berchtold 2009; Smith, 2009).

A via de administração da reposição hídrica e eletrolítica é de fundamental importância para o sucesso da terapêutica e segundo Constable *et al.* (1998) sinais clínicos como enoftalmia superior a 4mm e avaliação do turgor de pele na região do pescoço com duração superior a seis segundos são indicativos de que a fluidoterapia tem que ser por via intravenosa. Os autores afirmam também que caso o grau de desidratação seja menor que o estimado em 8%, a reposição hidro-eletrolítica oral é suficiente e eficaz para correção da desidratação.

Tabela 05: Sinais clínicos utilizados para estimar o grau de desidratação de bovinos.

Desidratação	Enoftalmia (mm)	Turgor de pele (s) Terço médio do pescoço (s)	Mucosas aparentes	Extremidades
0%	-	≤2	Umidas/ Rosas	-
2%	Leve: 1mm	3	Ressecada	-
4%	Leve: 2mm	4	Ressecada	-
	Moderada: 3mm			
6%	Separação do globo ocular da orbita	5	Ressecada	-
8%	Moderada: 4mm	6	Ressecada	Frias
10%	Severa: 6mm	7	Ressecada	Frias
12%	Severa: 7mm	>8	Ressecada	Frias
14%	Severa: >8mm	>10	Ressecada/ Pálida	Frias

Fonte: Adaptado de Naylor(1987) e Constable *et al.* (1998)

Portanto, o exame físico criterioso é determinante para a escolha da via de administração da fluidoterapia. Os animais com desidratação severa necessitam de uma rápida reposição de líquidos e eletrólitos, por via intravenosa, enquanto os animais com desidratação moderada podem ter a correção do volume plasmático com a reposição de líquido e eletrólitos pela via oral (Philips, 1985; Naylor, 1990, Constable *et al.*, 1996).

4.2.1. Fluidoterapia Oral: Conceitos gerais

Historicamente, a terapia de reposição hídrica oral foi proposta por pediátras, Darrow *et al.* (1949), Flett *et al.* (1949) e Harrison (1954) foram os primeiros pesquisadores a sugerir que soluções orais contendo sódio, cloreto, potássio e glicose poderiam ser utilizadas na correção das alterações hidroeletrólíticas em crianças com diarreia. Todos estes trabalhos propuseram o uso de eletrólitos e glicose pela via oral para a manutenção do balanço hídrico após a reidratação por via intravenosa.

Em 1952-1953, durante uma epidemia de cólera, na Índia, as soluções eletrólíticas mais a glicose foram utilizadas para a reidratação e manutenção do balanço hídrico, em casos leves, por via oral, e em casos moderados a graves por via oral e retal com uma solução eletrólítica contendo 114mMol/L de sódio, 28mMol/L de potássio e 137mMol/L de glicose (Chatterjee, 1953).

Na década de 1950 e 60 foram feitos inúmeros experimentos para elucidar a fisiologia da absorção de íons, glicose e água. Fisher e Parson (1953) reportaram que, em ratos,

apenaspequeno número de enterócitos estavam envolvidos no transporte de glicose do lúmen intestinal para o espaço intracelular e que as demais células eram impermeáveis à glicose. Em seu experimento os autores concluíram que havia, possivelmente, um receptor específico para a absorção de glicose pelos enterócitos.

Já em 1958, Riklis e Quastel(1958) demonstraram, em cobaias, que a absorção de glicose, frutose e galactose são dependentes da concentração intestinal de sódio e potássio. Os autores concluíram que a absorção de açúcares no intestino não estava relacionada com a permeabilidade seletiva dos enterócitos, mas com a interação entre a glicose e as cargas catiônicas presente no lúmen intestinal. Curran, em 1960, demonstrou que a absorção de água, no íleo de ratos, ocorre de forma passiva e dependente do sódio e do cloreto, e que a absorção de água é significativamente aumentada pela presença de glicose. Este trabalho contribuiu substancialmente para entender a fisiologia da reidratação oral.

Crane (1962 e 1965) relatou evidências biofísicas de que a absorção da glicose pelos enterócitos, na borda em escova, é dependente da concentração luminal de sódio. Após a difusão dos resultados obtidos por Curran (1960) e Crane (1962 e 1965), inúmeras pesquisas foram realizadas visando a elucidar os princípios fisiológicos e a eficiência da fluidoterapia oral em homens hígidos e convalescentes de cólera (Schedl e Clifton, 1963; Malawer *et al.*, 1965; Taylor *et al.*, 1967).

Sladen e Dawson (1969) realizaram estudo detalhado da absorção da glicose, sódio e água no jejuno de homens saudáveis. Os autores

demonstraram que nenhuma ou apenas pequena quantidade de sódio e água era absorvida em soluções isotônicas, entretanto ao acrescentar glicose a esta solução o sódio e a água apresentaram aumento significativo na sua absorção. No mesmo ano, Sachar et al. (1969) relataram que este mecanismo de absorção de glicose, sódio e água não era afetado no intestino delgado de humanos com cólera. Esta importante observação fundamenta e justifica fisiologicamente a utilização da fluidoterapia oral.

A maior parte da absorção intestinal ocorre no jejuno, íleo e pequena quantidade no colón. A água é absorvida passivamente no intestino delgado e no intestino grosso e acompanha o transporte de solutos através da mucosa intestinal (Simmons e Bywatér, 1991). A absorção de glicose e aminoácidos é sódio dependente, pois estes solutos são absorvidos pelos enterócitos ligados ao sódio. Em seguida o sódio é retirado do espaço intracelular ativamente, a glicose e os aminoácidos também acompanham o cátion e saem da célula. A elevação da osmolalidade no fluido intersticial promove a absorção de água e juntamente com a glicose e/ou aminoácidos chegam à circulação sanguínea (Michell *et al.*, 1991). Os mecanismos de transporte envolvidos na absorção de eletrólitos e água podem ser passivos, por meio de gradiente químico, elétrico ou ativos, contra o gradiente de concentração com gasto de energia (DiBartola, 2012).

Portanto, o princípio da fluidoterapia oral baseia-se no transporte intestinal do sódio e glicose ou outras pequenas moléculas orgânicas que promovem a absorção da água, e o processo resultante do balanço entre a secreção e absorção de fluidos e eletrólitos no intestino normal, é o processo absorptivo (Philips, 1985; Simmons e Bywatér, 1991; Michell, 1994).

Nos anos seguintes, especialmente nas décadas seguintes 1970-80, as soluções poliônicas orais foram constantemente testadas e tiveram sua eficiência comprovada no restabelecimento e manutenção do equilíbrio hidroeletrólítico de pacientes com diarreia, independentemente da causa etiológica (Hirschhorn *et al.*, 1973; Nalin *et al.*, 1979; Pizarro *et al.*, 1983).

Em 1980, a diarreia foi a principal causa da mortalidade infantil com cerca de 4,6 milhões de mortes no ano. Inúmeros esforços foram realizados para minimizar os impactos desta

enfermidade na saúde, e em 1978/ 79 foi introduzida pela Organização Mundial de Saúde (OMS) a terapia de reidratação oral no programa de tratamento da diarreia, e rapidamente tornou-se fundamental para o prognóstico favorável dos pacientes, reduzindo significativamente as taxas de mortalidade (Hirschhorn, 1980; Santoshan *et al.*, 1997).

Por todos os benefícios trazidos, reduzindo as taxas de mortalidade adulta e infantil em pacientes com diarreia em todo o mundo, sobretudo em países subdesenvolvidos, a terapia de hidratação oral, de acordo com a OMS, é considerada um dos maiores avanços da medicina humana no século XX (WHO, 1995).

4.2.2. Fluidoterapia Oral no Tratamento de Bezerros Neonatos com Diarreia

Na medicina veterinária, a reposição hidroeletrólítica é uma ferramenta terapêutica importante no tratamento de inúmeras enfermidades que levam à desidratação, alterações na concentração dos eletrólitos e no equilíbrio ácido-base (Constable, 2003).

A administração de soluções eletrólíticas estéreis por via intravenosa é o método padrão recomendado na literatura. Entretanto este tratamento possui um custo elevado, principalmente em ruminantes e equinos, pois, normalmente, é necessário administrar um grande volume de fluidos para restabelecer a homeostase (Naylor, 1999; Lopes; 2002; Smith, 2009; Ribeiro Filho *et al.*, 2011). Outra desvantagem do uso da fluidoterapia intravenosa está relacionada com a administração, pois as infusões são prolongadas e necessitam de constante vigilância, contenção apropriada do paciente ainda está sujeito a eventuais complicações como a manutenção da agulha ou catéter no interior do vaso, além de hemorragias e flebites (Ribeiro Filho *et al.*, 2009).

Portanto, a fluidoterapia oral, para animais de grande porte, é a opção terapêutica mais adequada, pois fatores como limitação técnica, associados ao custo das soluções comerciais e à praticidade de administração do fluido justificam e estimulam a prática deste procedimento (Ribeiro Filho *et al.*, 2009 e 2011).

A hidratação oral em bezerros foi citada inicialmente em 1973 por Vandaele (citado por Dufresne, 2003), na revista canadense de criadores de Charolês, onde os produtores enxergaram a necessidade do desenvolvimento

de uma terapia de hidratação por via oral, de preferência utilizando uma sonda, dando o mínimo de estresse para os animais e para quem administrasse.

A correção das alterações hidroeletrólítica e do estado ácido-base por via oral é a opção mais racional no tratamento de bezerros com diarreia em virtude do baixo custo e facilidade de administração, podendo ser administrados rapidamente com efeitos colaterais mínimos (Naylor, 1990; Naylor, 1999; Constable *et al.*, 2001; Naylor *et al.*, 2006; Smith, 2009). Para Naylor (1999) e Naylor *et al.* (2006) as diarreias neonatais são as principais indicações da utilização desta ferramenta terapêutica, desde que os bezerros doentes permaneçam com o reflexo de sucção e tenham o trato gastrointestinal pelo menos parcialmente funcional.

A solução eletrólítica ideal para hidratação deve ser formulada afim derepor a água e os eletrólitos, de acordo com as necessidades de cada indivíduo, levando em consideração os seus sinaisclínicos, como depressão e desidratação (Tabela 05) e, ainda, os resultados laboratoriais, como déficit de base e grau da acidose metabólica (Kasary e Naylor, 1986; Naylor, 1987; Constable *et al.*, 1998; Roussel, 1999; Naylor *et al.*, 2006). Em outras palavras, a composição da solução reidratante oral deve basear-se nas perdas de fluidos e eletrólitos de cada indivíduo (Simmons e Bywater, 1991).

A correção destas alterações, com uso da fluidoterapia oral, tem como objetivos promover a absorção de sódio e água, garantir um fornecimento adequado de eletrólitos, reverter a acidose e, ainda, fornecer energia para os ciclos metabólicos, e dessa forma restabelecer a volemia e a homeostase (Michell, 1994; Constable *et al.*, 2001; Ribeiro Filho *et al.*, 2009).

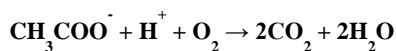
Para a correção da acidose metabólica é necessário adicionar às soluções eletrólíticas agentes alcalinizantes (Michell, 1994; Naylor,

1999). Em bezerros diarreicos, na fluidoterapia oral, são usualmente utilizadas bases alcalinizantes como o bicarbonato, acetato, L-lactato, propionato ou citrato (Naylor *et al.*, 2006).

O bicarbonato é o mais comumente utilizado, como base alcalinizante no fluido oral, e tem a vantagem combinar-se diretamente com o íon H^+ . Entretanto, soluções orais ricas em bicarbonato alcalinizam o abomaso e a porção proximal do intestino delgado, interferindo na coagulação e digestibilidade do leite e, ainda, em consequência do aumento do pH no lúmen intestinal, favorecem o crescimento bacteriano, agravando ainda mais a diarreia (Nappert *et al.*, 1997; Sen *et al.*, 2006; Marshall *et al.*, 2008).

Já as bases metabolizáveis, como acetato, propionato e o citrato, não alcalinizam o lúmen do trato gastrointestinal, pois estes são absorvidos e posteriormente convertidos em bicarbonato. O acetato, o lactato e o propionato produzem uma quantidade equimolar de bicarbonato, enquanto o citrato, produz uma quantidade três vezes maior, ou seja, cada molécula de citrato quando metabolizado à partir do ácido cítrico, produz três moléculas de bicarbonato (Young *et al.*, 1965; Naylor e Forsyth, 1986; Kasari, 1990; Sen *et al.*, 2006; Marshall *et al.*, 2008; Sen *et al.*, 2009).

O uso do acetato de sódio como alcalinizante é recomendado no tratamento das diarreias, pois não interfere na digestão do alimento lácteo, não alcaliniza o pH do lúmen gastrointestinal, facilita a absorção de sódio e água no jejuno e ainda possui metabolismo rápido o que favorece o aumento do pH sanguíneo (Demigne *et al.*, 1980; Naylor e Forsyth, 1986; Kasari, 1990). O efeito alcalinizante do acetato ocorre por duas vias, sendo a principal a oxidação total do acetato, realizado nas mitocôndrias dos tecidos musculares, glândula mamária e tecido adiposo. A remoção do íon hidrogênio ocorre quando há a oxidação completa do acetato em CO_2 e água (Kasary, 1990), segundo a equação a seguir:



A outra via de oxidação do acetato está relacionada ao ciclo do ácido tricarboxílico (ciclo de Krebs) e ocorre na dependência de uma concentração adequada de oxalacetato (Kasari, 1990).

A determinação da quantidade de base requerida está diretamente relacionada com a gravidade do quadro de acidose metabólica, ou seja, quanto maiores forem as perdas do íon bicarbonato sérico, maior terá que ser a taxa de reposição do agente alcalinizante (Kasari, 1990).

Tromp (1990) determinou o total da base requerida em bovinos neonatos, expressa pela equação a seguir. O total da reposição de bicarbonato é obtido pelo produto do peso corporal (kg) multiplicada do pelo déficit de base (DB) em mmol/L e 0,6. O valor de 0,6 é a constância que representa a quantidade de líquido extracelular presente nos neonatos bovinos.

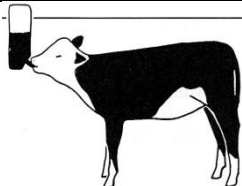
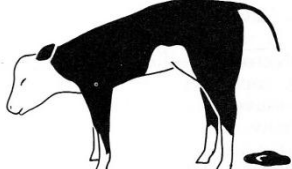

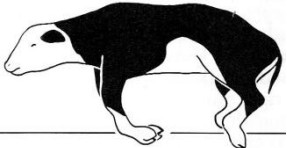
$$\text{Peso} \times \text{DB} \times 0,6 = \text{Total de base em milimoles}$$

É importante a determinação da gravidade da desidratação e acidose metabólica dos animais diarreicos, pois é esta avaliação que determinará a escolha da via de administração e

qual fluido de reposição hidroeletrolítica é mais indicado. À campo dificilmente haverá a possibilidade de se utilizar a hemogasometria como rotina no diagnóstico das alterações no equilíbrio ácido-base, pois muitas vezes o custo dos exames é o fator limitante. Dessa forma, o exame físico refinado e criterioso é uma ferramenta que pode ser utilizada para avaliar o grau de acidose metabólica (Roussel, 1983 citado por Dusfrane, 2003; Naylor, 1989).

A estimativa da gravidade da acidose metabólica baseia-se nos sinais clínicos (Tabela 06) com a avaliação do estado geral, do comportamento e do grau de hidratação dos animais (Kasari e Naylor, 1986). A depressão presente nos bezerros diarreicos ocorre em consequência da desidratação, acidose, desequilíbrio eletrolítico, toxemia, temperaturas subnormais e perdas de reflexo de sucção (Naylor, 1990). Naylor (1989) estabeleceu correlação entre os achados clínicos e o déficit de base, neste trabalho, o autor conclui que a avaliação clínica criteriosa pode ser utilizada para presumir o déficit de base e estabelecer o tratamento adequado.

Tabela 06: Avaliação estimada do déficit de base em bezerros diarreicos pela condição física em diferentes idades.

Estado Geral	Déficit de Base mMol/L (Estimado)	
	Idade: ≤ 8 dias	Idade: > 8 dias
 <p>Reflexo de sucção em estação Desidratação: < 5%</p>	0	-5
 <p>Depressão em estação Desidratação: < 5%</p>	-5	-10
 <p>Depressão em decúbito esternal Desidratação: 5 – 8%</p>	-10	-15
 <p>Decúbito Lateral Desidratação: 8 – 10%</p>	-10	-20

Fonte: Adaptado de Naylor, (1989; 1990)

A determinação do volume de fluido de reposição apropriada para o tratamento está diretamente relacionada com o grau de desidratação dos animais enfermos, portanto é fundamental a caracterização da intensidade da desidratação do animal (Tabela 05) (Constable *et al.*, 1998).

Para a determinação da quantidade de fluido a ser administrada no tratamento das diarreias neonatais, deve-se levar em consideração os volumes de reposição (VR), que corrigem efetivamente o déficit, e é calculado de acordo com o grau de desidratação, e sempre que possível deve ser corrigido imediatamente (Phillips, 1985). Este cálculo deve ser avaliado a cada 24 horas, sobretudo nos casos de diarreia neonatais muito profusas:

$$VR (L) = \text{Peso vivo (kg)} \times \frac{\text{Grau de desidratação}}{100}$$

Além do volume de reposição devem ser levados em consideração os volumes de manutenção e de perdas antecipadas. Os

requisitos de manutenção de água para bezerros ainda não são totalmente documentados, mas os valores descritos na literatura variam de 50-100mL/kg de peso vivo (Phillips, 1985; Gottardo *et al.*, 2002; Naylor *et al.*, 2006). Já o cálculo das perdas antecipadas ou contínuas, leva em consideração o volume que continua sendo perdido ao longo do dia a partir do momento que foi iniciado o tratamento. É uma simples estimativa, com margem de erro relativamente grande e somente pode ser quantificada ou avaliada nos quadros em que as perdas são visíveis, como poliúria e diarreias (Gráficos 01 e 02) (Phillips, 1985; DiBartola, 2012).

Segundo Phillips (1985), nas diarreias, as perdas contínuas representam 50mL/kg de peso vivo, a cada 24 horas. Portanto para determinar a quantidade de fluido adequado, para cada animal, no tratamento das diarreias neonatais deve-se somar o volume de reposição, volume de manutenção e o volume de perdas antecipadas.

Nas diarreias dos neonatos bovinos, quanto mais cedo for adotado a fluidoterapia melhor será o prognóstico dos enfermos. Dessa

forma é indicado que esta terapia seja iniciada imediatamente após o aparecimento dos episódios de diarreia. Esta prática, normalmente, evita que apareçam sinais de desidratação nos enfermos¹.

Naylor et al. (2006) compararam dois cenários diferentes para a administração de fluidos em 24 horas, sendo com bezerro de 50kg, com diarreia neonatal sem sinais clínicos de desidratação e um outro bezerro com 50kg, com diarreia e 10% de desidratação (Tabela 07).

Tabela 07: Necessidades hídricas de bezerros com 50kgdiarréicos em dois cenários diferentes em 24 horas.

Necessidades de fluido	Animaldiarréico sem sinais de desidratação (n=1) - L	Animaldiarréico com 10% de desidratação (n=1) - L
Reposição	0	5
Perdas contínuas	2	3
Manutenção (70mL/kg*)	3,5	3,5
Total de requerimento em 24 horas	5,5	11,5

*Gottardo et al. (2002)

Fonte: Naylor et al. (2006)

A formulação das soluções orais permanece controversa. Ainda há questionamentos quanto às quantidades ideais de eletrólitos, osmolalidade e a fonte de energia. Naylor (1990) considerou que uma solução eletrolítica oral deveria possuir as seguintes concentrações: 60-120mMol/L de sódio, 10-20mMol/L de potássio, 40-80mMol/L de cloreto e de 40-80mMol/L de agente alcalinizante (acetato ou propionato) e glicose como fonte de energia. Já outros pesquisadores sugerem que as concentrações de sódio sejam maiores, de 120-133mMol/L para corrigir rapidamente as perdas de eletrólitos do meio extracelular, que normalmente os bezerros diarréicos desenvolvem com a diarreia e a desidratação (Michell et al., 1992; Brooks et al., 1996).

A administração de sódio e glicose nas soluções orais é benéfica, pois facilita a absorção

de glicose e sódio através do mecanismo de cotransporte (Avery e Synder, 1990). Uma solução oral balanceada apresenta relação, glicose:sódio, de 1:1 ou 2:1, pois o cotransporte é realizado na relação molar de 1:1 e deve conter potássio, cloreto e o agente alcalinizante e a osmolalidade deve estar entre 250-310 mOsm/kg (Simmons e Bywatér,1991).

Ferreira (2001) utilizou uma solução salina isotônica poliônica (Tabela 08), no tratamento de bezerros submetidos ao protocolo de indução de diarreia utilizando sacarose e furosemida. O protocolo desencadeou nos animais diarreia aquosa grave, oito horas após a administração da sacarose. Os animais apresentaram alterações no estado geral com sinais de depressão e desidratação de 10%.

Tabela 08: Composição do fluido oral / litro de água (UNICEF)

Componentes	Quantidade (g)	mEq/L
NaCl	5	171,2
NaHCO ₃	4	96
KCl	1	26,8
C ₆ H ₁₂ O ₆ (Glicose)	20	111

Fonte: Ferreira (2001)

A utilização da solução poliônica (Na⁺: 113mMol/L; Cl⁻: 99 mMol/L; K⁺: 14mMol/L; bicarbonato 50mMol/L; glicose: 110mMol/L) por via oral promoveu de forma gradual o restabelecimento dos valores hemodinâmicos e de gasometria em até duas horas após a administração da fluidoterapia (Ferreira, 2001).

Inúmeros pesquisadores realizaram experimentos afim de determinar quais soluções

poliônicas orais eram mais eficientes na correção das alterações causadas pelas diarreias neonatais (Naylor, 1990; Michell et al., 1992; Brooks et al., 1996; Brooks et al., 1997; Nappert et al., 1997; Nappert et al., 2003; Constable et al., 2001; Nouri e Constable, 2006; Sen et al., 2006; Sen et al., 2009). Em países como Estados Unidos da America, Canadá, Austrália, Reino Unido entre outros, a prática da fluidoterapia oral é bem

difundida entre os técnicos e produtores, existem inúmeros laboratórios e diversas formulações eletrolíticas que visam a combater e reverter às alterações causadas pelas diarreias a baixo custo (US\$ 0,7-7 – para 2L de solução) (Vogels, 2012).

Ao longo dessa revisão de literatura, foi exposta a importância da fluidoterapia e aplicação desta tecnologia no prognóstico dos animais com diarreia. Entretanto, no Brasil, a fluidoterapia oral ainda é pouco difundida e utilizada nas propriedades leiteiras. Normalmente, a reposição hídrica e eletrolítica é utilizada tardiamente, e por via intravenosa, afim de recuperar animais que já estão com desidratação acima de 10%. Isto ocorre pois, estes enfermos são os indivíduos que apresentam sinais clínicos mais evidentes e por isso são mais facilmente identificados pelos tratadores e produtores. Entretanto, os animais em decúbito esternal ou lateral, com extremidades frias, alterações no nível de consciência, e depressão possuem um prognóstico mau e normalmente morrem.

Por ser pouco recomendada, difundida e aplicada no campo existem poucos produtos, no mercado brasileiro, que se propõem a corrigir as alterações eletrolíticas causadas pela diarreia e por este mesmo motivo seu custo ainda é elevado. Portanto, torna-se de fundamental importância o desenvolvimento de tecnologias que tenham como objetivo difundir a fluidoterapia oral, quer seja com a aplicação e elaboração de protocolos de tratamento no campo, ou com a formulação de soluções poliônicas simples e de baixo custo que possam ser obtidas e manipuladas por produtores, tratadores e técnicos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUTARBUSH, S.M.; PETRIE, L.. Treatment of hyperkalemia in neonatal calves with diarrhea. *Canada Veterinary Journal*, v.48, p.184-187, 2007.
- ANDREWS, J. M.; GRINDEN, C.B.. Interpreting electrolyte, anion gap, and total carbon dioxide data. *Veterinary Medicine*, v.95, n.7, p.548-553, 2000.
- ANGELOS, S.M.; VAN MESTRE, D.C.. Treatment of sodium balance disorders: water intoxication and salt toxicity. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.15, n.3, p. 587-606, 1999
- ARGENZIO, R.A.. Pathophysiology of Neonatal Calf Diarrhea. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.1, n.3, p.461-469, 1985.
- AVERY, M.E., SNYDER, J.D.. Oral therapy for acute diarrhea. The underused simple solution. *New England Journal of Medicine*, v.323, p.891-894, 1990.
- BARNETT SC, SISCHO WM, MOORE DA, et al. Evaluation of flunixin meglumine as an adjunct treatment for diarrhea in dairy calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.223, p.1329-1333, 2003
- BENESI, F.J. Síndrome diarreia dos bezerros. *Revista CRMV-ES*, Vitória, n.2, v.3, p.10-13, 1999.
- BERCHTOLD, J.. Intravenous fluid therapy of calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.15, n.3, p. 505-531, 1999.
- BERCHTOLD, J.. Treatment of calf diarrhea: intravenous fluid therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. v.25, n.1, p.73-99, 2009
- BERCHTOLD J, CONSTABLE PD. Antibiotic treatment of diarrhea in preweaned calves. In: Anderson DE, Rings DM, editors. *Current veterinary therapy—food animal practice*. 5th edition. St. Louis (MO): Saunders Elsevier; 2008. p. 520-5.
- BOTTEON, R.C.C.M.; BOTTEON, P.T.L.; SANTOS JUNIOR, J.C.B.. et al. Frequência de diarreia em bezerros mestiços sob diferentes condições de manejo na região do Paraíba – Rio de Janeiro e Minas Gerais. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.45, n.2, p. 153-160, 2008.
- BOOKALLIL, M.J.. *pH of the blood: acid base balance*, 2012. Disponível em: http://www.usyd.edu.au/su/anaes/lectures/acidbase_mjb/frameversion.html. Acesso em: 20/06/2012.

- BRANDÃO, P.E.; CORTEZ, A.; GREGORI, F. et al. Ocorrência de anticorpos antirotavírus em bovinos no estado de São Paulo. *Arquivo do Instituto Biológico*. v.69, n.3 (jul/set), p.115-116, 2002.
- BRANDÃO, P.E.; VILLARREAL, L.Y.B.; SOUZA, S.L.P. et al. Mixed infections by bovine *Coronavirus*, *Rotavirus* and *Cryptosporidium parvum* in outbreak of neonatal diarrhea in beef cattle. *Arquivo do Instituto Biológico*. v.74, n.1 (jan/mar), p.33-34, 2007.
- BROOKS H.W.; WHITE, D.G.; WAGSTAFF, A.J. et al. Evaluation of a nutritive oral rehydration solution for a treatment of calf diarrhoea. *British Veterinary Journal*, v.152, p.669-708, 1996.
- BROOKS, H.W.; WHITE, D.G.; WAGSTAFF, A. J. et al. Evaluation of glutamine containing oral rehydration solution for the treatment of calf diarrhoea using an *Escherichia coli* model. *The Veterinary Journal*, v.153, n.2, p.163-170, 1997.
- BYWATÉR, R.J.; PENHALE, W.J..Depressed lactase activity in the intestinal mucous membrane of calves after neonatal diarrhoea. *Research in Veterinary Science*, v.10, p.591-593, 1969.
- CARLSON, G.P.. Fluid electrolyte and acid-base balance. In: KANEKO, J.. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5 ed.London: Academic Press, 1997. p. 485-515.
- CHATTERJEE, H.N.. Control of vomiting in cholera and oral replacement of fluid. *Lancet* v.2. 1063, 1953
- CONSTABLE, P.D.; GOHAR, H.M.; MORIN, D.E. et al. Use of hypertonic saline – dextran solution to resuscitate hypovolemic calves with diarrhea. *American Journal of Veterinary Research*, v.57, p.97-104, 1996.
- CONSTABLE, P.D. A simplified strong ion model for acid-base equilibria: application to horse plasma. *Journal of Applied Physiology* v.83, p.297-311, 1997.
- CONSTABLE, P.D.; WALKER, P. G.; MORIN, D. E. et al. Clínic and laboratory assessment of hydration status of neonatal calves with diarrhea. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.212, p.991, 1998.
- CONSTABLE, P.D.. Clínic Assessment of acid-base status: strong ion difference theory. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.15, n.3, p. 447-472, 1999.
- CONSTABLE, P.D.; THOMAS, E.; BOIRASME, B.. Comparison of two electrolyte solutions for the treatment of dehydrated calves with experimentally-induced diarrhoea. *Veterinary Journal*, n.162, p.129-140, 2001.
- CONSTABLE PD. Fluids and electrolytes. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*,n.19, v.3, p.557-597, 2003.
- CONSTABLE P. D.. Antimicrobial Use in the Treatment of Calf Diarrhea. *Journal of Veterinary Internal Medicine*; v.18, p8–17, 2004.
- CONSTABLE P. D; STÄMPFLI H. R.; NAVETAT, H.; et al. Use of a quantitative strong ion approach to determine the mechanism for acid-base abnormalities in sick calves. with or without diarrhea. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. V.19, p.581, 2005.
- CONSTABLE P. D.. Treatment of Calf Diarrhea: Antimicrobial and Ancillary Treatments. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.25, n.1, p. 101-120, 2009.
- CRANE R.K.. Hypothesis for mechanism of intestinal active transport of sugar. *Federation proceedings*, v.21, 891-895, 1962.
- CRANE R.K.. Na⁺-dependent transport in the intestine and other animal tissues. *Federation proceedings*, v.24, 1000-1006, 1965
- CUNNINGHAM, J.G.. *Tratado de fisiologia veterinária*. 3ªed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, 454p.
- CURRAN P. F.. Na, Cl, and water transport by rat ileum in vitro. *The Journal of General Physiology*, v.43, p.1137-1148, 1960.
- DARROW, D.C.; PRATT, E.L.;FLETT, J. et al. Disturbances of water and electrolytes in infantile diarrhea. *Pediatrics* v.3: 129-156, 1949.

- DAVIS, C.L.; DRACKLEY, J.K.. The development, nutrition, and management of young calf. In: *Feeding and management of the young calf*. Fowa: IOWA UNIVERSITY PRESS, 1998. 419.p.
- DEMINGNÉ, C. CHARTIER, F.; RÉMÉSÝ. Evidence of different types of acidosis associated with diarrhea in the neonatal calf. *Annales de recherches vétérinaires*, n.11, p.267-272, 1980
- DEMIGNÉ, C.; REMESY, C.. Les différents types d'acidose chez les ruminants: origine, conséquence et traitement. *Bull technique CRZV Theix*, 1983.
- DIBARTOLA, S. P.. *Fluid, Electrolyte, and Acid-Base Disorders in Small Animal Practice*. 4^a ed. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier, 2012, 749.p.
- DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H. D.; STÖBER, M.. *Rosenberger: Exame Clínico dos Bovinos*. 3^a Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 1993, 419p
- DIVERS, T.J.; PEEK, S.F.. *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle*. St. Louis, Missouri: Elsevier: 2008, 687p.
- DUFRASNE, V.. *Diarrhee Neonatale Des Veaux Et Rehydratation Par La Voie Orale*. 2003. 191f. These (Doctorat Veterinaire). Ecole Nationale Veterinaire D'alfort.
- EWASCHUK JB, NAYLOR JM, ZELLO GA. Anion gap correlated with serum D- and L-lactate concentration in diarrheic neonatal calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v.17, p.940-942, 2003
- EWASCHUK JB, ZELLO GM, NAYLOR JM, et al. Lactobacillus GG does not affect D-lactic acidosis in diarrheic calves in a clinical setting. *Journal of Veterinary Internal Medicine*; v.20, p.614-619, 2006
- FAYET, J.C.. Plasma and faecal osmolality, water kinetics and body fluid in neonatal calves with diarrhea. *British Veterinary Journal*, v.127, p.37-44, 1971.
- FERREIRA, F.. *Fluidoterapia endovenosa e oral em bezerros com diarreia osmótica induzida*. 2001. 73f. Dissertação (Mestrado em Clínica e Cirurgia Veterinárias). Belo Horizonte: Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais.
- FERREIRA, F.; CARVALHO, A.U.; FERREIRA, P.M. et al. Fluidoterapia oral com e sem a administração de antiinflamatório não esteróide em bezerros com diarreia. *Vet News*, São Paulo, p. 6 - 8, 01 set. 2006.
- FERREIRA, M.G.. Prevalência dos principais enteropatógenos em bezerras da fase de aleitamento em explorações leiteiras semi-intensivas de duas bacias leiteiras do Estado de Minas Gerais. 2009. 79f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, MG.
- FISHER R. B.; PARSONS, D.S.. Glucose movements across the wall of the rat small intestine. *The Journal of Physiology*, v.119, p.210-223, 1953.
- FLETT, J.; PRATT, E.T.; DARROW, D.C.. Methods used in treatment of diarrhea with potassium and sodium salts. *Pediatrics*, v.4, p.604-619, 1949.
- FOSTER., D.M.; SMITH, G.W.. Pathophysiology of Diarrhea in Calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.25, n.1, p.13-36, 2009.
- FREITAS, M.D. *Avaliação dos parâmetros clínicos e de patologia clínica em bezerros naturalmente infectados com diarreia neonatal*. 2009. 85f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, MG.
- GONÇALVES, R.C., KUCHEMUCK, M.R.G.; ALMEIDA, C.T. et al.. Diarreia em bezerros: estudo clínico laboratorial. *Veterinaria e Zootecnia*, v.3, n.1, p.35-44, 1991
- GOMES, O. M.. *Interpretação clínicas das alterações ácido-básicas e distúrbio da oxigenação*. Belo Horizonte: Edictor, 1997, p.254.
- GOTTARDO, F.; MATTIELLO, S.; COZZI, G. et al.. The provision of drinking water to veal

- calves for welfare purpose. *Journal of Animal Science*. n.80, p.2362-2372, 2002.
- GROUTIDES, C.P.; MICHELL, A.R.. Changes in plasma composition in calves surviving or dying from diarrhea. *British Veterinary Journal*, v.146, p.205-210, 1990^A.
- GROUTIDES, C.P.; MICHELL, A.R.. Intravenous solutions for fluid therapy in calf diarrhoea. *Research in Veterinary Science*, v.49, p.292-297, 1990^B.
- GROVE-WHITE D.H.; WHITE D.G.. Diagnosis and treatment of metabolic acidosis in calves: a field study. *Veterinary Record*, n.133, v.20, p.499-501, 1993.
- HALL, G.A.; JONES, P.W.; MORGAN, J.H.. Calf Diarrhea. In: *Bovine medicine disease and husbandry of cattle*. Oxford: Blackwell, 1992. p. 154-180.
- HARRINSON, H.. The treatment of diarrhea in infancy. *Pediatric Clinics of North America*, v.1, p.335-348, 1954.
- HIRSCHHORN, N.; MCCARTHY, B.J.; RANNEY B.; et al.. Ad libitum oral glucose-electrolyte therapy for acute diarrhea in Apache children. *The Journal of Pediatrics*, v.83, p.562-571, 1973
- HIRSCHHORN, N. The treatment of acute diarrhoea in children: a historical and physiological perspective. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v.33, p.637-663, 1980.
- HOLLAND, R.E.. Some infectious causes of diarrhea in young farm animals. *Clinical Microbiology Review*, v.3, n.4, p.345-375, 1990
- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L.. *Clinical Biochemistry of Domestic Animal*. 6th Ed. Elsevier Inc, 2008, 918p.
- KANEENE, J.B.; HURD, H.S. The national animal health monitoring system in Michigan. III - Cost estimates of selected dairy cattle diseases. *Preventive Veterinary Medicine*, v.8, p.127-140, 1990
- KASARI, T.R.; NAYLOR, J.M.. Further studies on the clinical features and clinicopathological findings of a syndrome of metabolic acidosis with minimal deshydration in neonatal calves. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 1986, 50, 502-508.
- KASARI, T.R.. Metabolic acidosis in diarrheic calves: The importance of alkalizing agents in therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.6, n.1, p. 29-44, 1990.
- KASARI, T.R.. Metabolic acidosis in calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.15, n.3, p. 473-482, 1999.
- KOCHEVAR, D.T.. Princípios de equilíbrio ácido – básico: terapia hídrica e eletrolítica. In: ADAMS, H.R.. (ed.). *Farmacologia e Terapêutica em Veterinária*. 8.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2003. Cap.25, p.417-444.
- LANGONI, H.; LINHARES, A.C.; AVILA, F.A. et al. Contribuição ao estudo da etiologia das diarréias em bezerros de aptidão leiteira no Estado de São Paulo, Brasil. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.41, n.5, 2004.
- LEWIS, L.D.; PHILIPS, R.W.. Volume and kinetics of a slow tritium-hydrogen exchange in neonatal calves. *American Journal of Physiology*, v.223, n.1, 74-76p, 1972.
- LEWIS, L.D.; PHILLIPS, R.W.; ELLIOT, C.D.. Changes in Plasma glucose and lactate concentrations and enzyme activities in the Neonatal calf with diarrhea. *American Journal of Veterinary Research*, v.36, p.413, 1975.
- LOPES, M.A.F.; WALKER, B.L.; WHITE II, N.A. et al. Treatments to promote colonic hydration: enteral fluid therapy versus intravenous therapy e magnesium sulphatê. *Equine Veterinary Journal*, v.34, n5, p.505-509, 2002.
- LOPEZ GA, PHILLIPS RW, LEWIS LD, et al. Plasma corticoid changes during diarrhea in neonatal calves. *American Journal of Veterinary Research*, v.36, p.1245-1247, 1975.
- LORENZ, I.. Influence of D-lactate on metabolic acidosis and on prognosis in neonatal calves with diarrhoea. *Journal of veterinary medicine. A, physiology, pathology, clinical medicine*, v.51, p.425, 2004^A.

- LORENZ, I.. Investigations on the influence of serum D-lactate levels on clinical signs in calves with metabolic acidosis. *The Veterinary Journal*, n. 168, p.323-327, 2004^B.
- LORENZ, I.; MEE, J. F.; EARLEY, B. et al. Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. *Irish Veterinary Journal*, n.64, p.10, 2011.
- LUCAS, M.L.; THOM, M.M.M; BRADLEY, J.M. et al. Escherichia coli heat stable (STa) enterotoxin and the upper small intestine: lack of evidence in vivo for net fluid secretion. *Journal of Membrane Biology*, n.206, v.1, p.29-42, 2005.
- MALAWER, S.J.; EWTON, M.; FORDTRAN, J.S. et al. Interrelation between jejuna absorption of sodium, glucose and water in man. *The Journal of Clinical Investigation*, n.44, 1072-1073p, 1965.
- MARSHALL, T.S., CONSTABLE, P.D.; CROCHIK, S.S., et al. Effect of suckling an isotonic solution of sodium acetate, sodium bicarbonate, or sodium chloride on abomasal emptying rate and luminal pH in calves. *American Journal of Veterinary Research*, n.69, p.824-831, 2008
- MICHELL, A.R.. Understanding fluid therapy. *Irish Veterinary Journal*, n. 37, p.94-103, 1983.
- MICHELL, A.R.; BYWATER, R.J.; CLARKE, K.W. et al.. *Fluidoterapia Veterinária*. Zaragoza: Acibia S.A., 1991, 273p.
- MICHELL, A.R.; BROOKS, H.W.; WHITE, D.G. et al. The comparative effectiveness of three commercial oral solutions in correcting fluid, electrolyte and acid-base disturbances caused by calf diarrhoea. *British Veterinary Journal*, n.148, v.6, p.507-522, 1992
- MICHELL, A.R.. Salt, water and survival: acid test and basic advances in fluid therapy. *Irish Veterinary Journal*, n. 47, p.3-8, 1994.
- MICHELL, A.R.. Oral rehydration for diarrhoea: Symptomatic treatment of fundamental therapy. *Journal of Comparative Pathology*, n.118, p175-193, 1998.
- MORIN, M.; LARIVIERE, S.; LALLIER, R.. Pathological and microbiological observations made on spontaneous cases of acute neonatal calf diarrhoea. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, n.40, p.228-240, 1976.
- MORLEY P.S; APLEY M.D.; BESSER, T.E. et al. Antimicrobial drug use in veterinary medicine. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, n.19, p.617-629, 2005.
- NALIN D.R.; LEVINE M.M.; MATA, L. et al. Oral rehydration and maintenance of children with rotavirus and bacterial diarrhoeas. *Bull WHO 57*: 453-459p., 1979.
- NAPPERT G, ZELLO GA, NAYLOR JM. Oral rehydration therapy for diarrheic calves. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, n.19, p.181-189, 1997
- NAPPERT G, SPENNICK H. Effects of neonatal calf oral rehydration therapy solutions on milk clotting time. *Cattle Practice*, n.11, p.285-288, 2003.
- NAKAGAWA, M.; SUZUKI, K.; TAGUCHI, K.. Relationship between depression score and acid-base status in Japanese black calves with diarrhoea. *Journal Veterinary Medicine Science*, v.69, n.5, p.549-552, 2007.
- NARICI, M.; LEFAY, M.P.; MANCASSOLA, R. et al. Role of *Cryptosporidium parvum* as a pathogen in neonatal diarrhoea complex in suckling and dairy calves in France. *Veterinary Parasitology*, v.84, n.4, p.245-257, 1999.
- NAYLOR JM, FORSYTH GW. The alkalinizing effects of metabolizable bases in the healthy calf. *Canadian Journal of Veterinary Research*, n.50, p.509-516, 1986
- NAYLOR, J.M. Severity and nature of acidosis in diarrheic calves over and under one week of age. *Canadian Veterinary Journal*, v.18, n.4, p.168-173, 1987
- 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
- NAYOR, J.M... Oral fluid therapy in neonatal ruminants and swine. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, n.6, p.51-67, 1990

- NAYLOR, J.M.. Oral electrolyte therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.15, n.3, p. 487-504, 1999.
- NAYLOR, J.M.; ZELLO, G.A.; ABEYSEKARA, S.. Advances in oral and intravenous fluid therapy of calves with gastrointestinal disease. In: WORD BUIATRICS CONGRESS, 24., 2006, Nice, Paris. **Anais...** Nice: Societé Française de Buiatrie, 2006. p.139-150
- NOURI, M.; CONSTABLE, P.D.. Comparison of two oral electrolyte solutions and route of administration on the abomasal emptying rate of Holstein-Friesian calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine.*v.20, n.3, p.620–626. 2006
- OLIVIEDO, M.T.; ARAYA, L.N.; HERNÁNDEZ, F.. Agentes bacterianos, parasitários y virales involucrados en la etiología de la diarrea de terneros en Costa Rica. *Ciencias Veterinarias*, v.9, n.1, p.29-33, 1987.
- OMOLE, O.O.; NAPPERT, G.; NAYLOR, J.M. et al. Both L- and D- lactate contribute to metabolic acidosis in diarrheic calves. *The Journal of Nutrition*, v.131, p.2128-2132, 2001.
- OWEN, F.G.; JACOBSON, T.L.; ALLEN, R.S. et al. Nutrition factors in calf diarrhea. *Journal of Dairy Science*, v.41, n. 5, p. 662-670, 1958.
- PHILIPS, R.W.; KNOX, K.L. Water kinetics in enteric disease of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*, v.15, n.3, p. 541-561, 1969.
- PHILLIPS, R.W.; CASE, G.L.; Altered metabolism, acute shock, and therapeutic response in a calf with severe Coronavirus induced diarrhea. *American Journal of Veterinary Research*, v.41, p.1039-1044, 1980.
- PHILIPS, R.W.. Fluid therapy for diarrheic calves: what, how and much? *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.15, n.3, p.541-561, 1985
- PIZARRO, D.; POUSADA, G.; MATA, L.. Treatment of 242 neonates with dehydrating diarrhea with an oral glucose-electrolyte solution. *The Journal of Pediatrics*, v.102, p.153-156, 1983.
- RADOSTITS, O.M.; GAY, C.C.; HINCHCLIFF, K.W.; et al. *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats.* 10th edition., Philadelphia: Elsevier, 2007, p.2156.
- RIBEIRO FILHO, J.D.; BAPTISTA FILHO, L.C.F.; SILVEIRA, C.O. et al. Hidratação enteral em bovinos via sonda nasogástrica por fluxo contínuo. *Ciência Animal Brasileira*, v.11, Supl, p.24-28, 2009.
- RIBEIRO FILHO, J.D.; GIMENES, A.M.; FONSECA, E.F. et al. Hidratação enteral em bovinos: avaliação de soluções eletrolíticas isotônicas administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo. *Ciencia Rural*, v.41, n.2, p.285-290, 2011.
- RIKLIS, E.; QUASTEL, J.H.. Effects of cations on sugar absorption by isolated surviving guinea pig intestine. *Canadian journal of biochemistry and physiology* v.36; p.347-362, 1958.
- ROSE, D.B.; POST, T.W.. *Clinical physiology of acid – base and electrolyte disorders*, 5ed., New York: Mcgraw – Hill, 2001. 992p.
- ROUSSEL, A.J.; SRIRANGANATHAN, N.; BROWN, S.A. et al. Effect of flunixin meglumine on *Escherichia coli* heat-stable enterotoxin induced diarrhea in calves. *American Journal Veterinary Research*, v.49, n.6, p.1431-1433, 1988.
- ROUSSEL, A.J. Fluid therapy in mature cattle. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*, v.15, p.545-557, 1999.
- SACHAR, D.B.; TAYLOR, J.; SAHA, J.R. et al. Intestinal transmural electric potential and its response to glucose in acute and convalescent cholera. *Gastroenterology*. v.56: 512-521, 1969.
- SANTOSHAN, M.; KEENAN, E. M.; TULLOCH, J.; BROUN, D.; GLASS, R.. Oral Rehydration Therapy for Diarrhea: An Example of Reverse Transfer of Technology. *Pediatrics* v.100, n. 5, 1997.
- SCHEDL H.P.; CLIFTON, J.A.. Solute and water absorption by human small intestine. *Nature*, 199: 1264-1267, 1963.

- SHELLY, H.J.. Carbohydrat  metabolism in the foetus and the newly born. *Proceedings of the Nutrition Society*, v.23, p.42, 1969.
- SEN I, CONSTABLE PD, MARSHALL TS. Effect of suckling isotonic or hypertonic solutions of sodium bicarbonaté or glucose on abomasal emptying rat  in calves. *American Journal of Veterinary Research*. V.67, p.1377-1384, 2006.
- SEN, I.; ALTUNOK, V.; OK, M. et al. Efficacy of oral rehydration therapy solutions containing bicarbonaté or sodium acetat  for treatment of calves with naturally acquired diarrhea, moderat  dehydration, and strong ion acidosis. *American Journal of Veterinary Research*. v.234, n.7, p.1377-1384, 2009.
- SINGH, A.; RANDHAWA, S.S.; SETIA, M.S.. Alteration in acid-base status and blood gas dynamics during progressive hyperkal mia in neonatal calves. *Research in Veterinary Science*, v. 46, p.277-279, 1989.
- SIMMONS, R.D.; BYWATÉR, R.J. Oral rehydration in the management of neonatal diarrhea in livestock. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, v.13, n.2, p.345-350, 1991.
- SLADEN G.E.; DAWSON A.M.. Interrelationships between the absorptions of glucose, sodium and wat r by the normal human jejunum. *Clinical Science*, v.36, p.119-132, 1969.
- SMITH, G. W.. Treatment of Calf Diarrhea: Oral Fluid Therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.25, n.1, p. 55-72, 2009.
- SUZUKI, K.; KATO, T.; TSUNODA, G.; IWABUCHI, S. et al. Effect of intravenous infusion of isotonic sodium bicarbonaté solution on acidemic calves with diarrhea. *Journal of Veterinary Medicine Science*, v.64, n.12, p.1173-1175, 2002.
- SWEENEY, R.W.. Treatment of potassium balance disorders. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.15, n.3, p. 609-617, 1999.
- TAYLOR, J.; HIRSCHHORN N.; PHILLIPS R.A.. Enhancement by intestinal glucose lavage of net sodium and wat r absorption in acute cholera pacients. *Federation proceedings* 26, 384, 1967.
- TENNANT, B.; HARROLD, D.; REINAGUERRA, M..Hypoglycemia in neonatal calves associat d with acute diarrhea. *Cornell Veterinary*, v.58, p.136-146, 1968.
- TENNANT, B.; HARROLD, D.; REINAGUERRA, M.. Physiologic and metabolic factors in the pathogenesis of neonatal enteric infections in calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association.*, n.161, v.9, p.993-1007, 1972.
- THORNTON, J.R.; ENGLISH, P.B. Body wat r of calves; changes in distribution with diarrhoea *British Veterinary Journal*, v.134, p.445-453, 1978.
- TODD, C.G., MILLMAN, S.T. MCKNIGHT, D.R. et al. Nonsteroidal anti-inflammatory drug therapy for neonatal calf diarrhea complex: Effects on calf performance. *Journal of Animal Science*, v.88, p.2019-2028, 2010.
- TROMP, A.M.. A practitioner's views on fluid therapy in calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, n.6, 103-110, 1990.
- USDA (UNITED STAT S DEPARTMENT OF AGRICULTURE). Heifer Calf Health and Management Practices on U.S. Dairy Operations. *National Animal Health Monitoring System*; USDA:APHIS:VS, CEAH. Fort Collins, CO, p.160, 2007
- VOGELS, Z.. Calf fluid therapy made simple, 2012. Disponivel em: <http://acv.com.au/site/wp-content/uploads/2011/03/ZVogels-FluidTherapy-AliceSprings2010-updat d4proceedingsCD.pdf>. Acesso em: 18/07/2012
- WALKER, P.G.; CONSTABLE P.D.; MORIN, D.E.; et al. A reliable, prática, and economical protocol for inducing diarrhea and severe dehydration in neonatal calf. *Canadian Journal of Veterinary Research*, v. 62, p.205-213, 1998^A.

WALKER, P.G.; CONSTABLE P.D.; MORIN, D.E.; et al. Comparison of hypertonic saline-dextrose solution and lactated Ringer's solution for resuscitation severity dehydrated calves with diarrhea. *Journal American Veterinary Medical Association*, v. 213, p.113-121, 1998^B.

WATIAUX, M.A.. Heifer raising – birth to weaning. Neonatal diarrhea. *Badcock Institute for International Dairy Research and Development*: University of Wisconsin-Madison, 2005.

WHO, WORLD HEALTH ORGANIZATION. The Treatment of diarrhoea: A manual for

physicians and other senior health workers. -- 4th rev., 1995.

YOUANES YD, HERDT TH. Changes in small intestinal morphology and flora associated with decreased energy digestibility in calves with naturally occurring diarrhea. *American Journal of Veterinary Research*, n.48, p.719–725, 1987

YOUNG JW, TOVE SB, RAMSEY HA. Metabolism of acetate, propionate, and n-butyrate in young milk-fed calves. *Journal of Dairy Science*, v.48, p.1079–1087, 1965.

CAPÍTULO III: COMPARAÇÃO DE DIFERENTES SOLUÇÕES POLIÔNICAS ISOTÔNICAS ORAIS UTILIZADAS NA PREVENÇÃO DAS ALTERAÇÕES HIDROELETROLÍTICAS E DO EQUILÍBRIO ACIDO-BASE EM BEZERRAS COM DIARREIA

1. INTRODUÇÃO

A diarreia é considerada uma das principais causas de mortalidade em bezerras neonatas, do nascimento ao desmame (Davis e Drackley, 1998). Os animais enfermos apresentam excessivas perdas de eletrólitos e água nas fezes, instalando-se distúrbios hidroeletrólíticos como desidratação e balanço eletrólítico negativo, principalmente, de sódio, potássio, bicarbonato além de acúmulo de ácidos orgânicos, principalmente o lactato. Como consequência, instala-se um quadro de acidose metabólica, na maioria das vezes compensada, com azotemia e perda de peso, podendo estar associado ou não a hipoglicemia (Michell, 1994; Michell, 1998; Freitas, 2009).

A causa da mortalidade na diarreia dos neonatos bovinos está associada, principalmente aos distúrbios hidroeletrólíticos e à acidose metabólica (Naylor *et al.*, 2006). Freitas (2009) demonstrou que, com a evolução da enfermidade, há um agravamento na desidratação, nos distúrbios eletrólíticos e na acidose metabólica desfavorecendo o prognóstico com o avançar do período de patência dos bezerras diarreicos.

Independentemente da causa, mecanismo de ação e/ou administração de medicamentos como antimicrobianos e anti-inflamatórios, é essencial a reposição de água e eletrólitos nos animais enfermos, além da correção do equilíbrio ácido-base (Berchtold, 1999; Berchtold, 2009; Smith, 2009). Dessa forma, a fluidoterapia é a ferramenta terapêutica mais indicada na diarreia dos neonatos bovinos (Naylor, 1999; Naylor *et al.* 2006).

É importante ressaltar que, quanto mais cedo for adotada a fluidoterapia melhor será o prognóstico dos bezerras diarreicos. Assim, deve ser iniciada imediatamente após o aparecimento dos episódios de diarreia. Esta prática, normalmente, evita que apareçam sinais clínicos de desidratação².

A fluidoterapia oral com soluções poliônicas utilizadas no tratamento das diarreias dos bezerras neonatos deve promover a absorção de sódio e água, garantir o fornecimento de eletrólitos e de energia, além de corrigir a acidose metabólica instalada (Constable *et al.*, 2001; Ribeiro Filho *et al.*, 2009).

O bicarbonato é a base alcalinizante mais comumente utilizada no fluido oral, e sua principal vantagem é combinar-se diretamente com o íon H⁺. Entretanto, alcaliniza o abomaso e a porção proximal do intestino delgado, interferindo na coagulação e digestibilidade do leite. Consequentemente há aumento do pH no lúmen intestinal e o crescimento bacteriano, agravando ainda mais a diarreia de bezerras (Nappert *et al.*, 1997; Sen *et al.*, 2006; Marshall *et al.*, 2008).

O acetato é recomendado no tratamento das diarreias neonatais, pois não interfere na digestão do alimento lácteo, não alcaliniza o pH do lúmen gastrointestinal, facilita a absorção de sódio e água no jejuno e ainda possui um metabolismo rápido o que favorece o aumento do pH sanguíneo (Demigne *et al.*, 1980; Naylor e Forsyth, 1986; Kasari, 1990).

A escolha da base alcalinizante a ser utilizada no fluido de reposição hidroeletrólítica vai depender do grau de desidratação e da acidose metabólica dos animais enfermos, sendo essencial o exame físico criterioso e, havendo condições pode-se lançar mão da hemogasometria (Roussel, 1983 citado por Dusfrane, 2003; Naylor, 1989).

Apesar de ainda ser pouco utilizada no Brasil, a fluidoterapia oral é bem estudada e difundida em alguns países. Entretanto, na maioria dos estudos realizados, a diarreia é induzida e os animais são acompanhados por um período de até 24 horas. Objetivou-se neste trabalho comparar o efeito de duas diferentes soluções isotônicas poliônicas orais na prevenção das alterações hidroeletrólíticas e do equilíbrio ácido-base de bezerras neonatas, durante os primeiros três dias de patência, de casos naturais de diarreia.

² Carvalho e Facury Filho, 2012, Escola de Veterinária - UFMG

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal, sob número de protocolo CETEA-UFMG 145/2006 e pela Comissão de Ética no Uso de Animais, sob número de protocolo CEUA-UFMG 173/2012.

Delineamento experimental

O experimento foi executado em uma propriedade particular, localizada no município de Inhaúma, na região metropolitana de Belo Horizonte - MG. O clima predominante é o tropical de altitude, caracterizado por verões quentes e chuvosos e invernos secos. O período experimental foi de 14 de outubro a 07 de novembro de 2010. Durante os 25 dias em experimento, a temperatura média variou de 21 a 27°C e a precipitação pluviométrica foi de 200mm.

As vacas periparturientes eram alojadas em piquetes maternidade, sendo constantemente monitoradas por funcionários. Após o parto, os neonatos recebiam os primeiros cuidados, como limpeza das vias aéreas anteriores e antisepsia do coto umbilical com solução de iodo à 10%. Em seguida, eram transferidos para baias, onde era realizada a administração do colostro.

A colostragem dos animais era realizada em duas etapas, com o uso do banco de colostro da fazenda. Todo o colostro, antes do processo de congelamento, era classificado de acordo com a densidade específica: em alta, média ou baixa qualidade, com o uso do colostrômetro. Na primeira etapa, os animais recebiam de dois a quatro litros de colostro de alta qualidade, em até duas horas após o parto. Normalmente, os animais consumiam os quatro litros oferecidos, entretanto, os animais que não ingeriam o colostro espontaneamente eram colostrados com a utilização de uma sonda oro-esofágica. Na segunda etapa, os animais recebiam o repasse

com até quatro litros de colostro de média qualidade, até 12 horas após o parto.

Os animais permaneciam nas baias durante as primeiras 24 horas de vida e posteriormente, eram encaminhados para o bezerreiro.

Os bezerros eram alojados em casinhas individuais (1,10 x 1,22 x 1,50m) do tipo tropical, alocados sobre piso de areia e distantes uma das outras em 3,5 m. Diariamente, realizava-se a limpeza, com reposição das camas de acordo com a avaliação do funcionário. O aleitamento era realizado com oito litros de leite materno, quatro litros às nove horas e mais quatro litros às quinze horas. Para alimentação dos neonatos eram utilizados o leite de transição e o leite oriundo de vacas que estavam em tratamento das mamites.

A água era fornecida *ad libitum* em bacias plásticas com capacidade de quatro litros até os animais completarem 20 dias de vida. Após esse período, utilizava-se baldes plásticos com capacidade de 20L. A dieta sólida consistia-se de concentrado farelado, misturado na propriedade, sendo fornecida ao neonato, *ad libitum*, a partir do terceiro dia de vida.

Foram utilizadas 14 bezerras da raça Holandesa, com transferência da imunidade passiva adequada, divididas em dois grupos. Cada grupo recebeu sua solução hidroeletrólita poliônica com um agente alcalinizante diferente, durante os dois primeiros dias do período de patência de casos naturais de diarreia. Os animais foram distribuídos, aleatoriamente, nos dois grupos experimentais. Grupo 1, contendo seis animais, e o Grupo 2, com oito animais, recebendo os tratamentos a seguir especificados na Tabela 01. As soluções poliônicas foram administradas por meio de sonda oro-esofágica, na dose de 100mL/kg por dia, dividida em duas vezes (50mL/kg pela manhã e 50mL/kg pela tarde), em média duas horas após o aleitamento.

Tabela 01: Composição das soluções poliônicas isotônicas, em 1L de água, utilizadas na prevenção das alterações hidroeletrólíticas e acido-base de bezerras neonatas com diarreia naturalmente adquiridas.

Grupo	Nº de animais	Volume/ dia	Composição mMol/ L	Osmolalidade	
1	6	100 mL/ kg	Sódio	133	404 mOsm/L
			Cloreto	99	
			Potássio	14	
			Bicarbonato	48	
2	8	100 mL/ kg	Glicose	110	406 mOsm/L
			Sódio	134	
			Cloreto	99	
			Potássio	14	
			Acetato	49	
			Glicose	110	

Para compor as difentes soluções poliônicas orais, foram utilizadas o cloreto de sódio, cloreto de potássio, bicarbonato de sódio e acetato triidratado de sódio, adquirido em loja de produtos químicos (SULFAL[®] Química Ltda) e glicose em pó (MOR REX 1940[®]).

Coleta de dados

Diariamente realizava-se a inspeção dos animais no bezerreiro para identificação de novos casos de diarreia e inclusão de bezerras ao experimento. As coletas iniciavam-se de acordo com a ocorrência natural dos episódios de diarreia em cada uma das bezerras e foram realizadas de acordo com o delineamento

experimental como descrito a seguir, na Tabela 02.

Ambos protocolos de administração da fluidoterapia oral foram efetuados no primeiro e segundo dia de patência da diarreia, enquanto as coletas para realização da hemogasometria também foram realizadas no terceiro dia.

As coletas de sangue para hemogasometria eram realizadas por meio de punção da veia jugular, seguindo as instruções de Lisbôa et al. (2002), modificada, com uma seringa estéril de três mL sem anticoagulante e agulha estéril 25x7 mm. A urina foi coletada por meio de estimulação manual na região vulvar.

Tabela 02: Esquema de fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais e momento das coletas de sangue (para análise do perfil eletrolítico e acido-base) e urina (para determinação da densidade específica e pH), à partir da identificação dos episódios de diarreia e durante os três primeiros dias de patência da enfermidade.

Dia	Momentos	Hora do dia	Protocolo de administração da fluidoterapia oral e coletas
1º dia do curso da diarreia	1	11:00	Primeira coleta e primeira fluidoterapia(2 h após o aleitamento da manhã)
	2	12:00	Segunda coleta, 1 h após a primeira fluidoterapia
	3	13:00	Terceira coleta, 2 h após a primeira fluidoterapia
	4	15:00	Quarta coleta, 4 h após a primeira fluidoterapia. Antes do aleitamento da tarde.
	5	17:00	Quinta coleta, e segunda fluidoterapia (2 h após o aleitamento da tarde)
	6	18:00	Sexta coleta, 1 h após a segunda fluidoterapia
	7	19:00	Sétima coleta, 2 h após a segunda fluidoterapia
	8	21:00	Oitava coleta, 4 h após a segunda fluidoterapia
	9	06:00	Nona coleta, antes do aleitamentomatinal
2º dia do curso da diarreia		11:00	Fluidoterapia (2 h após o aleitamento da manhã)
		17:00	Fluidoterapia (2 h após o aleitamento da tarde)
	10	21:00	Décima coleta, 4 h após a segunda fluidoterapia
3º dia do curso da diarreia	11	06:00	Décima primeira coleta, antes do aleitamento matinal

No primeiro e segundo dias de patência da diarreia dos neonatos, foi coletada e resfriada, uma amostra de fezes, por dia, em saco

plástico, diretamente da ampola retal, para os diagnósticos da eimeriose, helmintose e criptosporidiose.

Análises laboratoriais

As análises do pH, PCO₂, TCO₂, bicarbonato, excesso de bases, diferença aniônica e das concentrações de sódio, potássio, cloreto, glicose, nitrogênio uréico sanguíneo e hemoglobina foram realizadas imediatamente após a coleta das amostras de sangue, no analisador clínico portátil (i-STAT[®]Co. – Abbott Laboratories - EUA), com utilização de cartuchos (Ec8+[®] i-STAT[®]Co. – Abbott Laboratories - EUA). A densidade urinária era avaliada com a utilização de um refratômetro (ZGRS-10ATC Illumination Refractometer[®] - Sino Science & Technology Co., Ltd) e o pH por meio de um potenciômetro digital (pHmetro Portatil Digital Compensação Automática– Lutron[®]), imediatamente após a coleta.

Foram coletadas amostras de sangue por meio de venopunção da jugular, utilizando o sistema de coleta a vácuo (Vacutainer[®] - Becton Dickinson) em tubos contendo EDTA, e foi utilizada para a determinação do hematócrito e da proteína plasmática total.

A determinação do hematócrito foi feito pelo método de microhematócrito, com o uso de tubos capilares de 75mm onde as amostras foram centrifugadas por cinco minutos a 13.000 G (JAIN, 1993). A proteína plasmática total foi mensurada por refratometria (ZGRS-10ATC Illumination Refractometer[®] - Sino Science & Technology Co., Ltd).

A osmolalidade (Osm) foi calculada a partir da seguinte fórmula (Radostitis et al., 2007):

$$\text{Osm} = 1,86([\text{Na}^+] + [\text{K}^+]) + \frac{\text{Glicose}}{18} + \frac{\text{BUN}}{2,8} + 8,6$$

As amostras de fezes foram submetidas ao exame de contagem de ovos por grama de fezes (OPG) para identificação de ovos de nematóides (*Trichuris* spp., *Strongyloides* spp. e *Strongyloidea*) e cestóides (*Moniezia* spp.), além da contagem de oocistos por grama de fezes (OOPG) de acordo com a técnica de Whitlock (1948), descrita em Ueno e Gonçalves (1998).

Para a pesquisa dos oocistos de *Cryptosporidium* spp., as amostras de fezes foram alíquotadas e submetidas à centrifugo-sedimentação com formalina-éter, para então serem confeccionado os esfregaços (Clavel et al., 1996). As lâminas para visualização de oocistos de *Cryptosporidium* spp. foram coradas pelo método de Ziehl-Nielsen modificado utilizando

kits comerciais (Conjunto de Coloração de Ziehl Neelsen; Newprov[®]) (Clavel et al., 1996; Rigo e Franco, 2002). Foram observados, ao microscópio, 40 campos em cada lâmina e considerada a média de oocistos por campo para avaliar o grau de infecção: Escore 0 – ausência de oocistos; Escore 1 – menos que um oocisto; Escore 2 – de um a cinco oocistos; Escore 3 – de seis a 10 oocistos; Escore 4 – de 11 a 20 oocistos; Escore 5 – acima de 20 oocistos (Guimarães et al., 2009).

Todos os exames OPG, OOPG e pesquisa de oocisto de *Cryptosporidium* spp foram realizados em até duas horas após a coleta de cada amostra.

Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com parcelas subdivididas, dois grupos na parcela e 11 tempos nas subparcelas com seis repetições para o Grupo 1 e oito repetições para o Grupo 2. A análise de variância foi utilizada considerando-se a ocorrência dos erros (a) e (b), referentes respectivamente às parcelas e subparcelas.

Para realização dos testes e modelos estatísticos as variáveis foram testadas para homogeneidade nas variâncias, a normalidade dos resíduos e a linearidade (Tabachnick e Fidell, 1996).

Os testes estatísticos para a comparação das médias foram o *t* de Student nas parcelas (grupos) e o *Student-Newman-Keuls* (SNK) nas subparcelas com significância de 95% ($p < 0,05$) (Sampaio, 2010). As variáveis submetidas às análises de variância foram: Na⁺ (sódio), K⁺ potássio, Cl⁻ (cloreto), HCO₃⁻ (íon bicarbonato), TCO₂ (CO₂ total), PCO₂ (pressão parcial de CO₂), pH sanguíneo, EB (excesso de base), AG (janela aniônica), Gli (glicose), BUN (nitrogênio uréico sanguíneo), Htc (hematócrito – realizado na microcentrifuga), PPT (proteína plasmática total) e Osm (osmolalidade).

Para realização das análises, foi utilizado o STATA 12.0 (STATA[®] Data Analysis and Statistical Software), e para a confecções dos gráficos, foi utilizado o Excel, Microsoft Office 2010 (Microsoft[®]).

Todas as variáveis foram submetidas à análise de regressão, e os modelos estão descritos para cada uma das variáveis na tabela a seguir (Tabela 03):

Tabela 03: Modelos de análises de regressão polinomial utilizados para a avaliação das variáveis do perfil sérico iônico, bioquímico, gasométrico, hematócrito e hemoglobina no sangue venoso e densidade e pH urinários das bezerras com diarreia naturalmente acometidas submetidas a fluidoterapia oral com diferentes soluções poliônicas isotônicas.

Variáveis analisadas	Modelos utilizados
Sódio (Na ⁺)	Regressão linear sem diferença entre os grupos
Potássio (K ⁺)	Regressão quadrática sem diferença entre os grupos
Cloreto (Cl ⁻)	Regressão linear com diferença entre os grupos
Ion bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	Regressão linear com diferença entre os grupos
Glicose (Gli)	Regressão linear com diferença entre os grupos
Pressão de CO ₂ (PCO ₂)	Regressão quadrática sem diferença entre os grupos
CO ₂ total (TCO ₂)	Regressão linear com diferença entre os grupos
pH	Regressão linear sem diferença entre os grupos
Excesso de base (EB)	Regressão linear com diferença entre os grupos
Janela iônica (AG)	Regressão linear sem diferença entre os grupos
Osmolalidade	Regressão linear sem diferença entre os grupos
PPT	Regressão linear com diferença entre os grupos
pH urinário (pHu)	Regressão linear sem diferença entre os grupos

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para as variáveis estudadas são apresentados através de médias e equações de regressão, e expostos na forma de tabelas e gráficos.

Aspecto do Estado Geral dos Animais e Etiologia das Diarreias

As 14 bezerras utilizadas no experimento apresentaram valores de proteína plasmática total, às 48 horas de vida, superiores a 6,6 mg/dL, indicando portanto, transferência de imunidade passiva adequada (Feitosa *et al.*, 2001).

A formação do banco de colostro, a assistência ao parto, a antisepsia do coto umbilical com tintura de iodo a 10%, o protocolo de colostragem correto associados à boa localização do bezerreiro, às instalações adequadas e uma mão de obra bem treinada são aspectos positivos pois minimizam o risco de enfermidades, e foram observados na propriedade em que foi realizado o experimento. Todas essas ações de manejo, da assistência pré e pós-natal aos animais, mostraram-se eficientes e se traduziram na ausência de casos de falha de transferência da imunidade passiva nos neonatos. Os ruminantes nascem hipogamaglobulinêmicos, em consequência do tipo de placenta (epiteliocorial ou sindesmocorial), que não permite a passagem das imunoglobulinas maternas para o feto via transplacentária (Pastoret *et al.*, 1998). Dessa forma, os neonatos ruminantes são dependentes da absorção das imunoglobulinas presentes no colostro para reduzir os riscos de infecções pós parto tais como septicemia neonatal, pneumonia, diarreias e outras enfermidades (Donovan *et al.*, 1998).

A diarreia dos neonatos bovinos é uma enfermidade de caráter multifatorial e com

elevada morbidade (Langoni *et al.*, 2004; Ferreira, 2009). Na propriedade em questão, apresentou incidência de 100% nos bezerros comatétrês semanas de idade, mesmo com todas as medidas de manejo adotadas que visavam diminuir os desafios à saúde dos bezerros. Os episódios de diarreia iniciaram entre o sétimo e nono dia de vida das bezerras, com maior frequência no oitavo dia representando 50% dos animais. O período médio de patência da enfermidade foi de, aproximadamente, oito dias, variando entre cinco e 14 dias.

A alta incidência de diarreia nos bezerros nesta propriedade se contrapõe à eficiente transmissão de imunidade passiva. Peres (2009) afirma que as diarreias dos bovinos neonatos estão correlacionadas principalmente a falha na transmissão de imunidade passiva. Entretanto Freitas (2009) acompanhou 18 bezerras com transferência de imunidade passiva adequada e 15 bezerras com falha na transmissão de imunidade passiva e não conseguiu correlacionar a gravidade e/ou período de patência da diarreia com o condição imune do animal. Além disso, 100% dos animais apresentaram quadros clínicos de diarreia semelhantes aos dados encontrados neste experimento.

Independente da solução eletrolítica administrada em ambos grupos, clinicamente os animais apresentaram alteração na consistência e composição (presença de sangue e maior quantidade de muco) das fezes, sinais leves de desidratação, apatia e redução do apetite foram observados, em 28,6% das bezerras de ambos grupos (2 animais de cada grupo). Os sinais de depressão foram observados principalmente a partir da manhã do segundo dia de patência da diarreia. Estes achados clínicos se assemelham aos descritos por diversos autores, e da mesma forma, corroboraram que o uso da hidratação oral não é eficaz na interrupção dos episódios de diarreia (Ferreira, 2001; Naylor *et al.*, 2006).

Segundo Naylor (1989) e Nakagawa et al. (2007), a depressão do animal durante o período de patência das diarreias está relacionada com a acidose metabólica. Há uma relação direta entre o valor do excesso de base e o comportamento dos animais enfermos com acidose metabólica em consequência das diarreias (Kasari, 1999).

Abeysekara (2009) relata que a depressão presente nas diarreias do neonatos bovinos está associada principalmente à acidose D-Láctica. Os sintomas normalmente associado a acidose metabólica D-láctica são diminuição dos reflexos de fuga, palpebral e de sucção, fraqueza, depressão, decúbito prolongado, relutância em se mover, inapetência, desidratação, colapso cardio-circulatório e, eventualmente, a morte. (Gentile, 2004).

Durante todo o período experimental, os 14 animais receberam como tratamento somente a fluidoterapia oral na dose de 100 mL/kg de peso vivo. Portanto, não houve a utilização de medicamentos como antimicrobianos ou antiinflamatórios. Durante a administração do fluido oral, não foram observados sinais de desconforto com a passagem da sonda oro-esofágica, que foi realizada com contenção moderada e durava aproximadamente um minuto. Após a administração das soluções, não foram observados sinais de desconforto em virtude do volume de fluido administrado.

As 28 amostras de fezes colhidas das 14 bezerras, durante os dois primeiros dias do período de patência das diarreias, apresentaram contagens de OPG e OOPG negativas, apesar do elevado índice pluviométrico e das temperaturas elevadas, aspectos que favorecem a esporogonia e a manutenção dos oocistos de *Eimeria* spp. no ambiente (Urquhart et al., 1998; Dauschies e Najdrowski, 2005) e de larvas de helmintos. Por outro lado, a localização adequada do bezerreiro, a utilização de piso de areia, que facilita a remoção de matéria orgânica e contribui para menor acúmulo de umidade são fatores determinantes no controle da infecção por eimeria e helmintos, pois interferem diretamente no ciclo de vida desses parasitas (Cerqueira, 1988; Ferreira, 2009), o que pode explicar os resultados encontrados.

Em todas as amostras foram observadas, entretanto, a eliminação de oocistos de *Cryptosporidium* sp., e os resultados variaram entre os escores 2 (64,2% das bezerras), 3 (28,6% das bezerras) e 4 (7,2% das bezerras). A criptosporidiose apresenta alta incidência entre bezerros neonatos, com alta correlação com a ocorrência de diarreia (Guimarães et al., 2009) e atinge principalmente bezerros entre 8-21 dias de vida (Feitosa et al., 2008).

Os fatores de risco da criptosporidiose estão associados principalmente com as instalações da maternidade, bezerreiro e época do ano e quanto piores forem as condições sanitárias encontradas no ambiente, principalmente nos bezerreiros, maior será o risco de contágio e aparecimento da criptosporidiose entre os animais (Feitosa et al., 2008). A realização de coleta de dejetos e as condições de manejo encontradas na maternidade e bezerreiro da propriedade estudada favorecem a redução do risco de doenças entre os animais. Em contrapartida, a alta densidade animal e as condições edafoclimáticas locais podem ser determinantes para a alta incidência de infecção por *Cryptosporidium* spp nos animais utilizados nesse estudo.

A idade dos animais certamente contribuiu para os resultados obtidos neste estudo. Todos apresentaram o primeiro episódio de diarreia entre o sétimo e o nono dia de vida, compatível com a infecção por *Cryptosporidium* spp que apresenta um período de incubação de 2-9 dias. Por outro lado estas idades são precoces para a maioria das infecções causadas por *Eimeria* sp. e helmintos, que, normalmente, ocorrem a partir da terceira semana de vida (Levine, 1973; Bowman, 2006). Outros agentes frequentes nesta faixa etária são o rotavírus e coronavírus (Coura, 2011), porém, não foram realizados diagnósticos destas infecções no presente trabalho.

Avaliação dos fluidos poliônicos isotônicos orais

A análise do perfil sanguíneo venoso dos eletrólitos e dos parâmetros gasométricos entre os grupos submetidos a fluidoterapia com diferentes soluções isotônicas orais, demonstrou que não houve diferença estatística, pela análise de variância (*T de Student*), no comportamento das variáveis entre os grupos G1 – Bicarbonato e G2 – Acetato. Este resultado corrobora com outros autores, que afirmam que os efeitos alcalinizantes do bicarbonato e do acetato são semelhantes quando em soluções orais utilizadas no tratamento das diarreias em bezerros neonatos (Naylor et al., 1990; Sen et al., 2009).

Outros estudos compararam os efeitos alcalinizantes de soluções poliônicas orais, à base de acetato ou bicarbonato, com osmolalidades semelhantes (Naylor et al., 1990; Sen et al., 2009), porém, no presente trabalho, há particularidades que ressaltam a sua importância.

Semelhante à Sen et al. (2009), os objetos deste experimento foram os casos naturais de diarreias. Todavia, este trabalho foi realizado totalmente a campo, representando as condições

de criação e manejo de bezerras em propriedades produtoras de leite em sistema intensivo do Brasil. Outro fator importante é que este foi o primeiro trabalho que acompanhou perfil eletrolítico e do estado ácido-base de bezerras diarreicas submetidas à fluidoterapia oral por um período de 48 horas. Freitas (2009), acompanhou os perfis hemogasométricos e hidroeletrólíticos de bezerras com diarreia naturalmente adquiridas em uma propriedade de Minas Gerais, com condições de instalação e manejo próximas as deste experimento e verificou que ocorreu exacerbação dos distúrbios eletrólíticos e ácido base com a evolução dos dias de diarreia. Desta forma, ficou evidente a necessidade de acompanhamento dos efeitos da fluidoterapia por um tempo mais longo durante o curso da diarreia e não apenas dentro de 24 horas, como foi realizado na maioria dos trabalhos (Ferreira, 2001; Leal, 2005; Flores *et al.*, 2006)

Vale ressaltar, ainda, que o objetivo da fluidoterapia oral proposta nesse trabalho não foi de corrigir os distúrbios hidroeletrólíticos e/ ou ácido-bases, mas sim de prevenir estas alterações que ocorrem em consequência das diarreias.

A utilização da fluidoterapia oral em bovinos neonatos, no período de patência das diarreias, tem como objetivos garantir o suprimento de água e eletrólitos para a manutenção e reposição das perdas antecipadas, além de evitar que se estabeleça um quadro de acidose metabólica. Para que estes objetivos sejam

alcançados é necessária uma intervenção imediata, com administração de fluidos orais, aos primeiros sinais de diarreia. Deve-se, também, garantir que as soluções eletrólíticas apresentem quantidades suficientes de agentes alcalinizantes, para manter o pH sanguíneo dentro de valores fisiológicos.

Por não haver diferenças significativas entre os grupos (G1 e G2), com exceção da variável - PPT, todas as demais foram agrupadas e analisadas em um só grupo, com 14 animais.

Perfil hemogasométrico

O perfil hemogasométrico dos neonatos com diarreia pode ser descrito com redução dos valores de pH sanguíneo, associado à diminuição dos valores de CO₂ total e pressão parcial do CO₂ (Freitas, 2009).

Na Tabela 04, estão apresentados os valores médios dos parâmetros hemogasométricos nos diferentes momentos, para o Grupo 1 (fluidoterapia com a solução poliônica isotônica contendo o agente alcalinizante bicarbonato), Grupo 2 (fluidoterapia com a solução poliônica isotônica contendo o agente alcalinizante acetato) e o total, formado pela junção dos grupos G1 e G2, uma vez que não houve diferença entre os grupos para as variáveis analisadas..

Tabela 04: Valores médios das concentrações do HCO₃⁻ (mE/L) e do comportamento dos parâmetros hemogasométricos pH, CO₂ total (TCO₂), excesso de base (EB), janela aniônica (AG) e pressão parcial de CO₂ (PCO₂) de bezerras submetidas a protocolos de fluidoterapia oral com diferentes soluções poliônicas isotônicas, G1- Bicarbonato, G2- Acetato e Total (G1 e G2) durante os três primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência.

Escala em horas	Momentos/ Hora											Valores de referência Freitas, 2009
	1º dia de diarreia				2º dia				3º dia			
	1 11:00h 0	2 12:00h 1	3 13:00h 2	4 15:00h 4	5 17:00h 6	6 18:00h 7	7 19:00h 8	8 21:00h 10	9 6:00h 20	10 21:00h 35	11 6:00h 45	
G1- HCO₃	28,6±1,9	30±1,7	32,1±1,0	32,3±1,3	31,4±2,1	32,4±2,3	33,2±2,1	30,9±2,2	24,1±2,7	28,8±3,1	22±2,8	
G2- HCO₃	30,1±1,9	31,8±2,2	32,6±2,1	32,6±2,8	31,7±2,7	32,2±3,0	31,8±3,2	29,3±3,8	22,2±2,9	25,2±3,5	20,3±3,5	
HCO₃ - Total	29,7±1,9 ^A	31 ±2,2 ^A	32,4±1,7 ^A	32,5±2,2 ^A	31,6±2,3 ^A	32,3±2,6 ^A	32,3±2,8 ^A	30±3,2 ^A	23,0±2,9 ^C	26,7±3,7 ^B	21±3,2 ^D	29,55 – 30,6
G1- pH	7,401±0,017	7,411±0,027	7,421±0,027	7,427±0,027	7,412±0,040	7,405±0,038	7,401±0,033	7,379±0,028	7,319±0,037	7,386±0,036	7,294±0,059	
G2- pH	7,402±0,023	7,412±0,023	7,436±0,019	7,429±0,023	7,413±0,03	7,397±0,027	7,399±0,031	7,371±0,044	7,298±0,057	7,34±0,035	7,27±0,039	
pH - Total	7,402±0,019 ^{AB}	7,411±0,024 ^{AB}	7,430±0,023 ^A	7,428±0,024 ^A	7,414±0,034 ^{AB}	7,403±0,033 ^{AB}	7,403±0,033 ^{AB}	7,377±0,036 ^B	7,312±0,048 ^C	7,360±0,041 ^B	7,281±0,048 ^C	7,399 -7,42
G1- TCO₂	30,6±1,9	32,3±2,1	34,4±1,8	34,8±2,1	34,1±2,9	35,4±3,5	35,9±2,7	33,4±3,0	26,3±3,0	30,2±3,0	23,2±2,7	
G2- TCO₂	31,63±2	33,50±2,14	33,88±2,10	34±2,93	33,13±2,85	33,88±3,04	33,38±3,20	30,75±3,73	23,5±2,93	26,5±3,59	21,75±3,49	
TCO₂ - Total	30,9±2 ^B	32,6±2,2 ^{AB}	33,7±1,9 ^{AB}	33,9±2,5 ^A	33,1±2,9 ^{AB}	33,9±3,2 ^A	34,0±3,2 ^A	31,5±3,5 ^B	24,4±3,2 ^C	28,1±3,7 ^B	22,4±3,7 ^C	30,9 – 32,02
G1- EB	3,9±2,3	5,2±2,6	7,7±1,9	8±2,2	6,7±3,3	7,7±3,8	8,3±3,1	6±2,8	-2,2±3,1	3,7±3,3	-4,5±3,5	
G2- EB	5,3±2,1	7,3±2,1	8,4±2,3	8,4±2,7	7±3	7,4±3,4	6,9±3,4	3,9±4,5	-4,1±3,7	-0,6±3,8	-6,5±4	
EB - Total	4,64±2,1 ^B	6,36±2,4 ^B	8,07±2 ^{AB}	8,21±2,4 ^A	6,86±3,1 ^{AB}	7,5±3,6 ^{AB}	7,5±3,6 ^{AB}	4,79±3,9 ^B	-2,7±3,6 ^D	1,21±4,1 ^C	-5,64±3,8 ^E	4,84 – 6,08
G1- AG	12,3±0,8	11,2±1,2	9,8±1,2	9,5±1,4	10±2,0	10,7±1	10,2±0,8	10,8±1,7	14,3±1,2	12,7±1,2	15,2±0,8	
G2- AG	11,8±1,5	10,5±2,1	10,5±1,9	9,6±1,7	9,9±2,0	9,6±1,1	10,3±1,0	11,1±1,1	13,8±1,5	13,3±1,8	15,1±1,9	
AG Total	12±1,2 ^C	10,8±1,7 ^{CD}	10,2±1,6 ^D	9,6±1,5 ^D	9,9±1,9 ^D	10,1±1,1 ^D	10,2±0,8 ^{CD}	11±1,4 ^{CD}	14±1,4 ^{BC}	13±1,6 ^{BC}	15,1±1,5 ^{AB}	11,79 – 12,94
G1- PCO₂	46,1±3,4	47,3±3,4	49,4±3,11	49,1±2,2	49,4±5,2	51,7±4,5	53,5±4,9	52,4±4,7	46,8±4,7	47,9±3,6	45±2,9	
G2- PCO₂	48,3±3,3	50±4,6	48,4±3,2	49,3±4,9	49,7±3,8	52,2±3,5	51,3±3,8	50,4±4,7	45,3±4,3	46,4±4,0	44,1±6,0	
PCO₂ - Total	47,3±3,3 ^{AB}	48,8±4 ^{AB}	48,8±3,2 ^{AB}	49,2±3,7 ^{AB}	49,5±4,4 ^{AB}	51,9±3,9 ^A	52,2±3,9 ^A	51,2±4,8 ^A	45,9±4,5 ^B	47,1±3,8 ^{AB}	44,5±3,8 ^B	46,09 – 48,25

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste SNK para p<0,05.

O comportamento do pH sanguíneo das bezerras submetidas a fluidoterapia está representado nos Gráficos 01 e 02. O Gráfico 08 ilustra o comportamento do pH sanguíneo em função do

tempo de bezerras submetidas à fluidoterapia e foi determinado por derivação da equação linear sem que houvesse diferença entre os grupos.

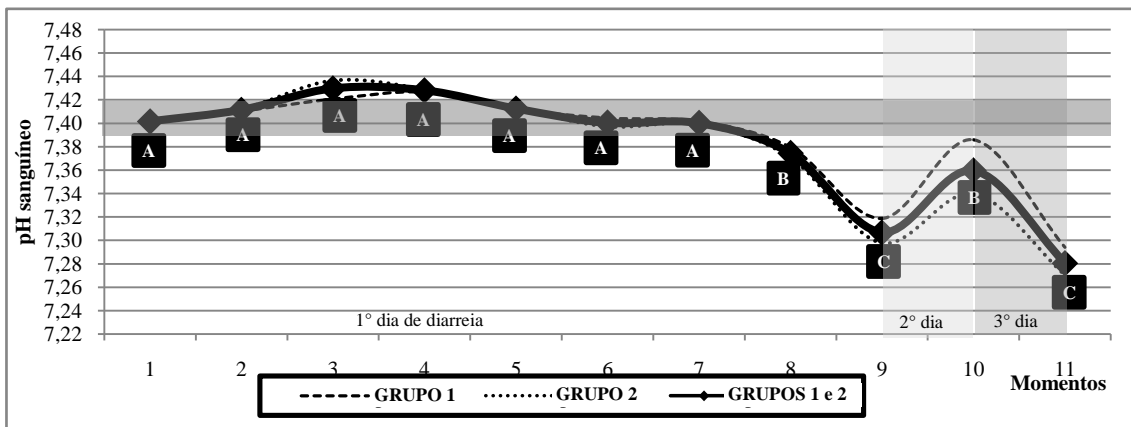


Gráfico 01: Comportamento do pH sanguíneo de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (pH – Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

† Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre se pelo teste de SNK, $p < 0,05$.

** Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

*** Áreas hachuradas na vertical representam os diferentes dias das coletas durante o período de patência da diarreia

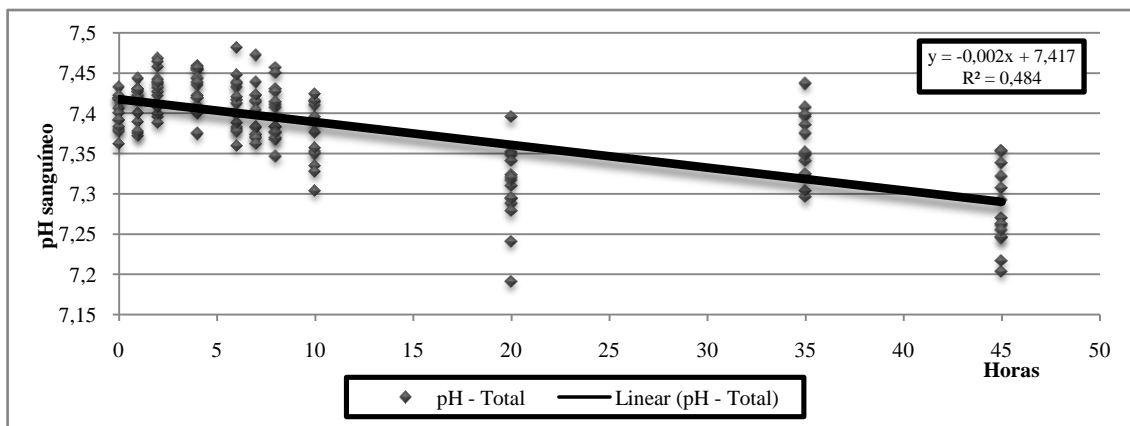


Gráfico 02: Regressão linear do comportamento do pH sanguíneo de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

Os animais submetidos à de fluidoterapia oral, durante o primeiro dia de diarreia apresentaram aumento do pH sanguíneo, levando a alcalose iatrogênica neste primeiro instante.

No segundo e terceiro dias, com a evolução da enfermidade, os animais, mesmo submetidos aos protocolos de fluidoterapia oral apresentaram acidemia, evidenciada pela redução ($p < 0,05$) dos valores de pH quando comparados com o primeiro dia. Nestes momentos todas as

bezerras apresentavam algum grau de acidose metabólica.

Independente das soluções poliônicas utilizadas, a partir do segundo dia de patência da diarreia, os agentes alcalinizantes nas concentrações testadas, de bicarbonato (48 mol/L) e acetato de sódio (49 mMol/L) não foram capazes de evitar a instalação da acidose metabólica. Com a evolução das enteropatias, observou-se queda dos valores do pH sanguíneo em ambos tratamentos (Gráfico 07).

Ambos grupos apresentaram redução das concentrações de bicarbonato em função do tempo (Tabela 04 e Gráficos 03 e 04), e embora houvesse diferença na taxa de depleção deste

íons entre os grupos (G2 – Acetato com maior redução das concentrações do íon HCO_3^- , em função do tempo), esta diferença não refletiu no comportamento do pH sanguíneo.

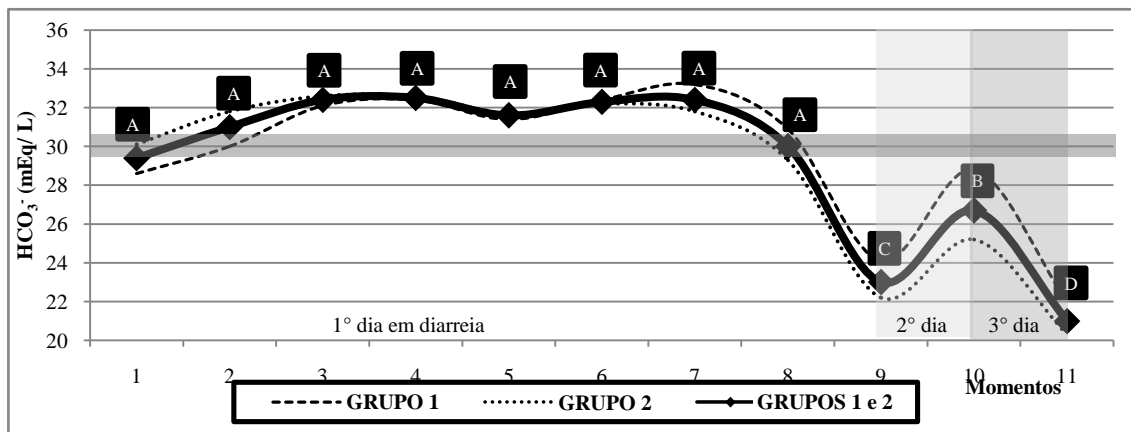


Gráfico 03: Comportamento das concentrações médias de HCO_3^- de bezerras diarréicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (HCO_3^- – Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

* Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre si pelo teste de SNK, $p < 0,05$.

** Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

*** Áreas hachuradas na vertical representam os diferentes dias das coletas durante o período de patência da diarreia

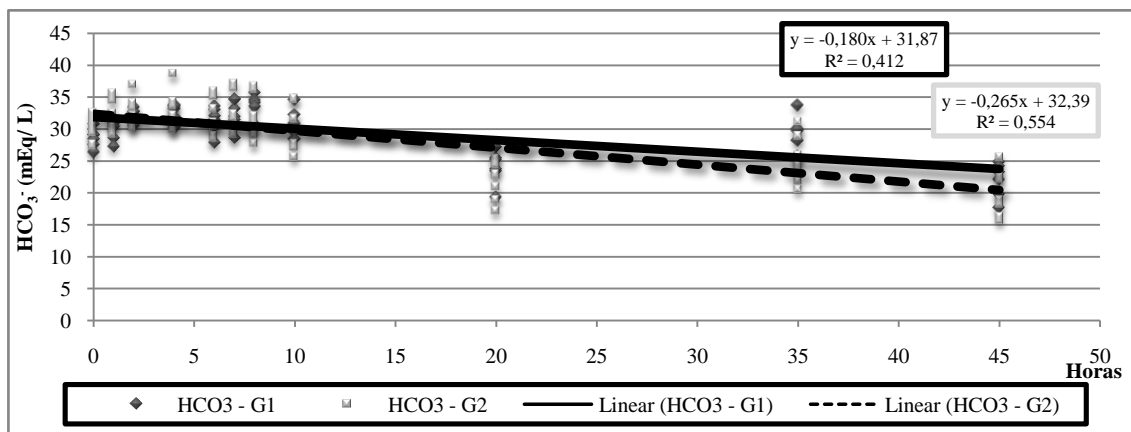


Gráfico 04: Regressão linear do comportamento das concentrações de HCO_3^- de bezerras diarréicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquirida

Desta forma tanto as soluções poliônicas utilizadas no G1 – Bicarbonato quanto no G2 – Acetato não foram eficazes no controle da acidemia causada pelas diarreias no segundo e terceiro dias de patência. A quantidade de agentes alcalinizantes, utilizadas nas soluções poliônicas, não foi suficiente para suprir a depleção das quantidades de HCO_3^- causada pela enfermidade. Ou seja, provavelmente as perdas deste íon nas fezes foram superiores as taxas de reposição administradas na fluidoterapia oral.

O sistema tampão bicarbonato – ácido carbônico é o alcalinizante mais importante do equilíbrio ácido-base e está diretamente relacionado com a capacidade de tamponamento do sangue (Dirksen *et al.*, 1993; Carlson, 1997; Rose e Post, 2001). A depleção das reservas corporais do HCO_3^- , acarretaram a redução do pH sanguíneo.

Ambas soluções tiveram o mesmo resultado no tratamento da correção da acidose metabólica causada pela diarreia neonatal,

corroborando com Naylor et al. (1990) e Sen et al. (2009) que compararam o acetato e bicarbonato de sódio como agentes alcalinizantes em proporções semelhantes 80/80 mMol/L de acetato/ bicarbonato e 150/150 – 300/300 mMol de acetato/ bicarbonato, respectivamente.

Tanto o bicarbonato quanto o acetato de sódio são efetivos na correção da acidose. No entanto, o bicarbonato possui a desvantagem de alcalinizar o trato gastrointestinal, o que pode facilitar o crescimento bacteriano, interferir na digestão do leite (Nouri e Constable, 2006).

O acetato de sódio possui capacidade alcalinizante semelhante ao bicarbonato, em uma proporção equimolar, onde o acetato é oxidado em CO₂ e H₂O, dentro das mitocôndrias. A oxidação do acetato é expressa na equação: CH₃COO⁻+H⁺+O₂ → 2CO₂+H₂O (Naylor e Forsyth, 1986;).

Hartsfield et al. (1981) demonstraram em cães desidratados e hidratados que após 30 minutos, que o potencial de alcalinização e correção do pH de infusão intravenosa do acetato é semelhante ao do bicarbonato. Já Naylor e Forsyth (1986), evidenciaram que em bezerras hidratados, a administração de soluções intravenosas equimolares de bicarbonato e acetato aumentaram, na mesma proporção, às concentrações séricas de bicarbonato e o pH sanguíneo.

O uso do acetato de sódio como agente alcalinizante é uma alternativa que deve ser levada em consideração, pois além de não interferir na coagulação do leite (Naylor *et al.*, 1990), o acetato está relacionado com a maior capacidade em expandir o líquido extracelular, quando comparado com as soluções orais com bicarbonato de sódio. Isto ocorre, pois o acetato de sódio age de forma semelhante à glicose facilitando a absorção de água e sódio no intestino (Naylor *et al.*, 1990; Nouri e Constable, 2006; Marshall *et al.*, 2008; Sen *et al.*, 2009).

No primeiro dia de patência das diarreias e início da fluidoterapia houve adição de bases ao organismo, e que, embora a isso não tenha alterado as concentrações séricas de HCO₃⁻, mas tendem a elevar o pH sanguíneo, causando uma alcalose iatrogênica.

A compensação da alcalose metabólica é mediada pelos tampões extra e intracelulares e pela ativação dos centros respiratórios que respondem acarretando hipoventilação, depressão da frequência respiratória e consequente retenção de CO₂ (Carlson, 1997), ou

seja, com o aumento da PCO₂, devido à diminuição da ventilação pulmonar, houve o deslocamento da equação para a esquerda.

Já no segundo e terceiro dia de patência das diarreias a depleção das concentrações séricas de bicarbonato superaram taxas de reposição administrados nas soluções poliônicas orais. Os animais entraram em um quadro de acidemia e semelhante ao que ocorreu na alcalose, houve o estímulo do centro respiratório que respondeu amentando a frequência respiratória e reduzindo os valores de PCO₂, dessa forma, deslocando a equação para direita (Carlson, 1997).

As concentrações de HCO₃⁻, o TCO₂ e o EB se comportaram de forma semelhante ao pH sanguíneo (Gráficos 03, 04, 05, 06, 07 e 08).

A obtenção dos valores de TCO₂ é realizada a partir da adição de um ácido forte ao plasma ou soro e mensurando a quantidade de CO₂ produzido pela reação: H⁺ + HCO₃⁻ ↔ H₂CO₃ ↔ H₂O+CO₂. Este método determina tanto o CO₂ dissolvido quanto o HCO₃⁻ presente na amostra. Dessa forma os valores da concentração sérica do bicarbonato e do EB, são matemáticos, sendo calculados a partir dos valores do TCO₂ e, portanto, variando de forma semelhante a esta variável (Gomes, 1997; Rose e Post, 2001; Cunningham, 2004; DiBartola, 2012).

A análise de regressão constatou diferenças no comportamento das concentrações de bicarbonato em função do tempo entre os grupos G1 e G2, fato não observado na análise de variância. Nas análises de regressão das variáveis TCO₂ e EB, também pôde ser observado este comportamento.

As bezerras de ambos grupos apresentaram comportamento de redução das concentrações de íons HCO₃⁻ em função do tempo, porém os animais do G2 (acetato), apresentaram depleção das concentrações séricas de bicarbonato maior do que os animais do G1 (bicarbonato).

A concentração do íon bicarbonato no lúmen intestinal é, geralmente, mais elevada que a concentração plasmática. Isto ocorre, pois a secreção pancreática é rica em bicarbonato, que tem como função a neutralização dos íons H⁺ oriundos do estômago. Quando estimulado, no lúmen intestinal, o pâncreas secreta grandes quantidades de suco pancreático podendo elevar as concentrações do HCO₃⁻ a 145 mEq/L (Cunningham, 2004; Guyton e Hall, 2006).

Parte deste HCO_3^- é reabsorvido pelo mecanismo de absorção ativa dos íons bicarbonato, que ocorre de forma indireta. Na reabsorção do sódio pelas células entéricas, há liberação de íons H^+ no lúmen intestinal. Este por sua vez, combina-se com o bicarbonato, formando o ácido carbônico, que em seguida, dissocia-se de modo a formar água e gás carbônico ($\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- = \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$). A água permanece no quimo, mas o CO_2 é prontamente absorvido, retornando ao sangue e ao sistema tampão bicarbonato/ ácido carbônico (Guyton e Hall, 2006).

Nas enteropatias, essa reabsorção está comprometida o que causa grandes perdas do íon bicarbonato. Em contrapartida, as concentrações do cloreto no lúmen intestinal são menores do que as concentrações plasmáticas. Dessa forma as perdas desbalanceadas entre HCO_3^- e Cl^- nas fezes diarreicas podem levar ao desenvolvimento da acidose metabólica hiperclorêmica. Entretanto, nas diarreias dos bovinos neonatos, a acidose metabólica, ocorre pois além da menor depleção do Cl^- em relação ao bicarbonato, há o acúmulo de ácidos orgânicos, principalmente o lactato (Field, 2003; Lorez, 2004^{AB}; DiBartola, 2012).

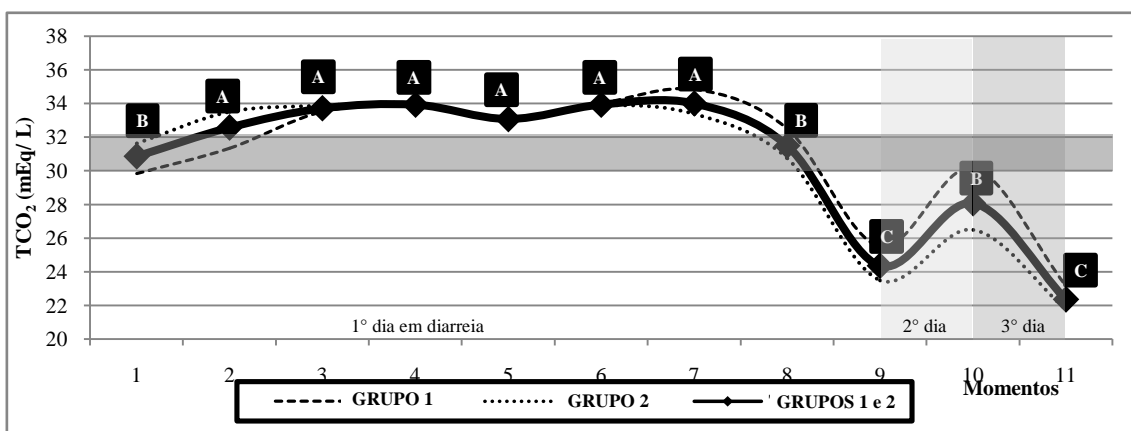


Gráfico 05: Comportamento das concentrações médias de TCO_2 bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (TCO_2 - Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

*Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre se pelo teste de SNK, $p < 0,05$.

**Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

*** Áreas hachuradas na vertical representam os diferentes dias das coletas durante o período de patência da diarreia

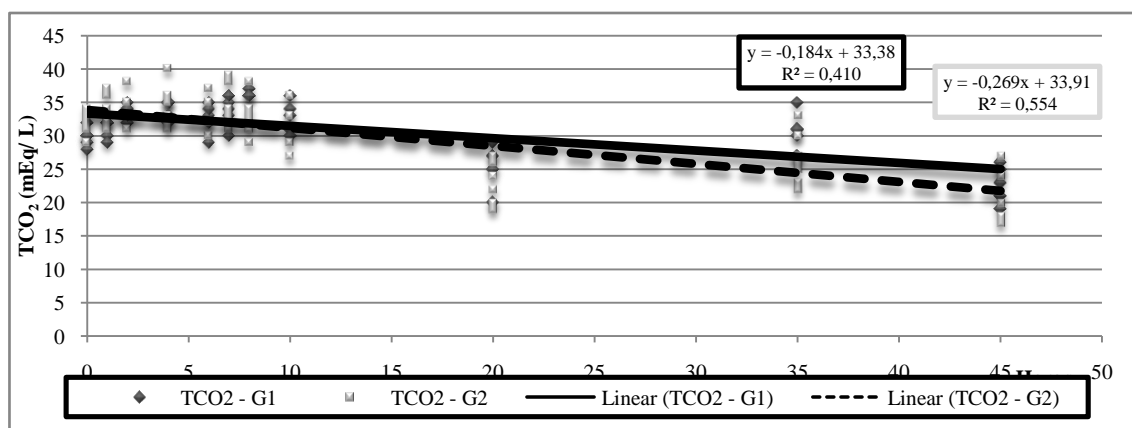


Gráfico 06: Regressão linear do comportamento das concentrações de TCO_2 de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquirida

Os animais, submetidos à fluidoterapia oral, apresentaram no primeiro dia de patência das diarreias aumento das concentrações de

PCO₂, entretanto com a evolução dos quadros de diarreia houve redução destes valores no segundo e terceiro dia (Gráfico 07).

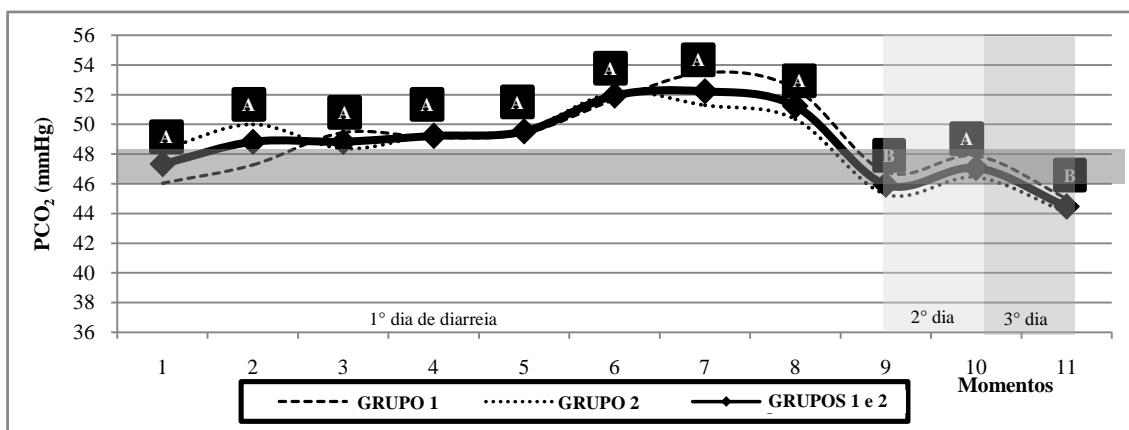


Gráfico 07: Comportamento das concentrações médias de PCO₂ bezerras diarreicas submetidas de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (PCO₂ – Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

*Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre se pelo teste de SNK, p<0,05.

**Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

*** Áreas hachuradas na vertical representam os diferentes dias das coletas durante o período de patencia da diarreia

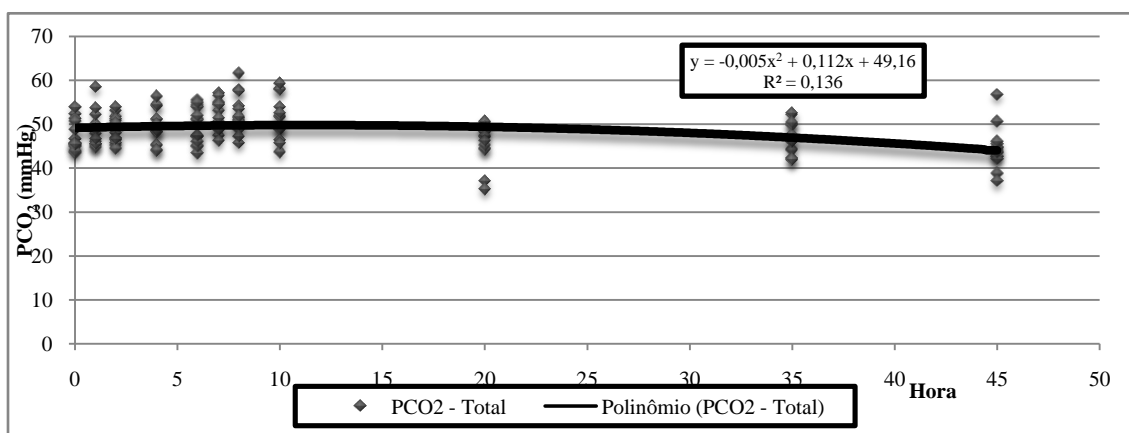


Gráfico 08: Regressão quadrática do comportamento das concentrações de PCO₂ de bezerras de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquirida.

Com a evolução da enteropatia e depleção das concentrações de bicarbonato no sangue houve redução dos valores de PCO₂, em decorrência do aumento da ventilação pulmonar. Este comportamento pode ser comprovado pela análise do Gráfico 14. O gráfico acima foi determinado por derivação da equação quadrática sem que houvesse diferença entre os grupos.

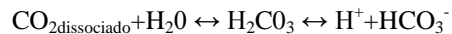
Como fora citado anteriormente o sistema bicarbonato – ácido carbônico constitui o tampão de maior importância no líquido extracelular. Além de sua elevada concentração sérica o HCO₃⁻ pode ser recuperado pelos rins, e o CO₂ formado nos tecidos pode ser eliminado na ventilação alveolar nos pulmões caracterizando um sistema aberto (Rose e Post, 2001).

O CO₂ produzido nos tecidos é solúvel em água e sua concentração é proporcional à

pressão parcial de CO₂ na fase gasosa (PCO₂). O dióxido de carbono produzido pelo metabolismo celular não é propriamente um ácido, porém ao entrar na corrente sanguínea combina-se rapidamente com H₂O, formando quase que instantaneamente, o ácido carbônico: CO₂dissociado + H₂O → H₂CO₃. Esta reação é catalizada pela enzima anidrase carbônica, presente em abundância no organismo (eritrócitos, células dos túbulos renais) (Malnic e Giebish, 1972; DiBartola, 2012)

O par conjugado bicarbonato – ácido carbônico é um agente tamponante eficiente, mesmo não atuando no seu pH ideal (pK é de 6,1 versus pH do LEC 7,4). As elevadas concentrações de HCO₃⁻ no líquido extracelular podem ajudar a explicar a competência deste sistema. Entretanto o fator mais importante é que o sistema bicarbonato – ácido carbônico é um sistema aberto, ou seja, as concentrações de bicarbonato,

ácido carbônico ou CO₂ dissociado se alteram respondendo a estímulos adaptativos do organismo, desviando a equação a seguir para a direita ou esquerda (Carlson, 1997; DiBartola, 2012).



Segundo a teoria clássica do equilíbrio ácido-base, descrita pela equação de Henderson Hasselbalch, a concentração de bicarbonato e a PCO₂ formam o par tampão utilizado para monitorar o pH do líquido extracelular ou sanguíneo. A concentração de íons H⁺ no líquido extracelular é determinada pela relação entre a PCO₂ e as concentrações de HCO₃⁻ no sangue (Rose e Post, 2001).

De modo geral, o controle da PCO₂ é realizado pela taxa de produção e eliminação de CO₂, ou seja, os valores de PCO₂ estão diretamente relacionados com a ventilação pulmonar (Bookallil, 2012).

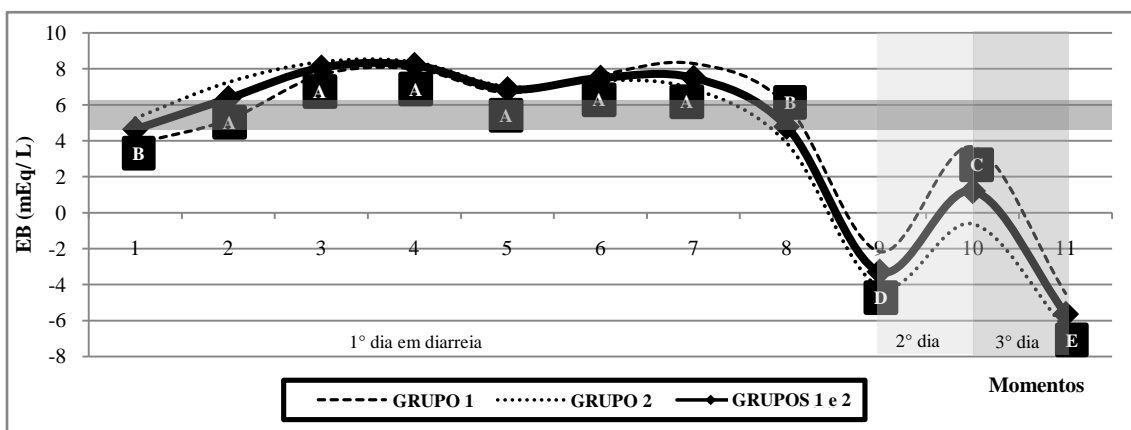


Gráfico 09: Comportamento das concentrações médias de EB bezerras diarréicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (EB – Total), durante os três primeiros dias de diarréia naturalmente adquiridas.

*Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre si pelo teste de SNK, p<0,05.

**Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

*** Áreas hachuradas na vertical representam os diferentes dias das coletas durante o período de patência da diarréia

O Gráfico 10 demonstra o comportamento do EB, em função do tempo, que apresentou comportamento similar ao bicarbonato descrito anteriormente. Este gráfico foi determinado por

derivação da equação quadrática com diferença entre os grupos, sendo que o modelo proposto apresentou um R² moderado.

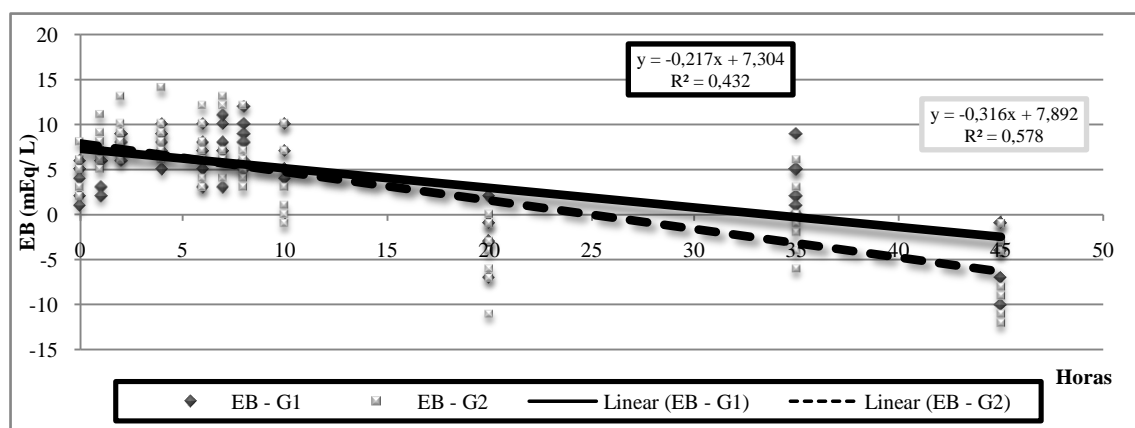


Gráfico 10: Regressão linear do comportamento das concentrações de EB de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquirida.

As concentrações do íon bicarbonato, ao longo do tempo, foram as que mais influenciaram a variação da diferença aniônica. Uma hora após a fluidoterapia e aumento das concentrações do HCO_3^- , houve redução dos valores de AGap ($p < 0,05$) que perdurou até que houvesse a depleção deste íon (Gráfico 11). A redução das concentrações do bicarbonato

acarretou, por sua vez, no aumento ($p < 0,05$) dos valores de AGap no segundo e terceiro dias de patência das diarreias neonatais.

O Gráfico 12 demonstra o comportamento do AGap em função do tempo, das bezerras submetidas à fluidoterapia e foram obtidos a partir da derivação da equação linear, sem que houvesse diferença entre os grupos.

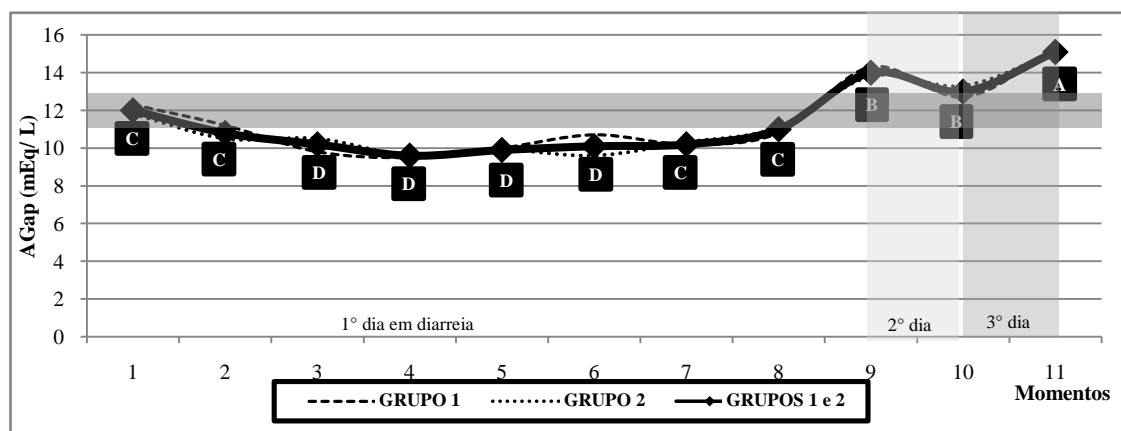


Gráfico 11: Comportamento das concentrações de AGap de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (AGap - Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

*Marcadores de linhas seguidas de letras distintas seguidas diferem entre se pelo teste de SNK, $p < 0,05$.

**Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

*** Áreas hachuradas na vertical representam os diferentes dias das coletas durante o período de patência da diarreia

O EB e o AGap são obtidos à partir de cálculos e equações que estão relacionados com quantidade de eletrólitos presente no organismo. A redução dos valores de EB e aumento dos valores de AGap, nos casos de diarreias naturalmente adquiridas, estão relacionadas com a depleção do íon bicarbonato (Andrews e

Grindem, 2000; DiBartola, 2012). Ambos parâmetros subsidiam o diagnóstico das alterações metabólicas e são de grande importância prognóstica para os animais enfermos (Carlson, 1997; Gomes, 1997; Nakagawa *et al.*, 2007).

AGap é calculado por meio da seguinte fórmula: $[Na^+ + K^+] - [Cl^- + HCO_3^-]$, portanto sua concentração também é diretamente dependente das concentrações desses íons no sangue (Constable *et al.*, 1996; Constable, 1999).

No presente trabalho, as variações das concentrações do íon bicarbonato foram determinantes para o comportamento do AGap em função do tempo.

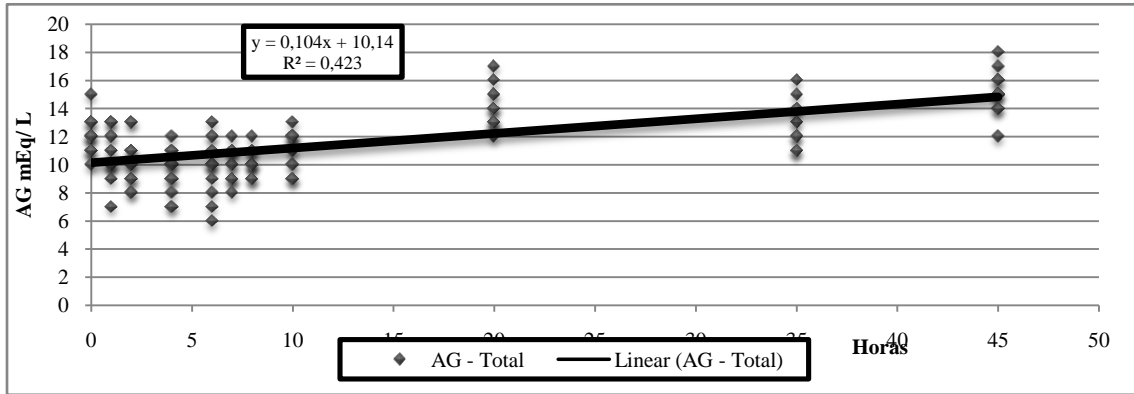


Gráfico 12: Regressão linear do comportamento do AGap de bezerras de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquirida.

Perfil eletrolítico

Na Tabela 05 estão apresentados os valores médios dos eletrólitos, nos diferentes momentos, para o Grupo 1 (fluidoterapia com a solução poliônica isotônica contendo o agente alcalinizante bicarbonato), Grupo 2

(fluidoterapia com a solução poliônica isotônica contendo o agente alcalinizante acetato) e o total, formado pela junção dos grupos G1 e G2, uma vez que não houve diferença entre os grupos para as variáveis analisadas.

Tabela 05: Valores médios e respectivos desvios padrões das concentrações séricas de Na⁺, Cl⁻, K⁺, HCO₃⁻, janelas aniônica (AG) e osmolalidade (Osm) em mEq/L de bezerras submetidas a protocolos de fluidoterapia oral com diferentes soluções poliônicas isotônicas, G1-Bicarbonato, G2-Acetato e Total (G1 e G2) durante os três primeiros dias de pátencia das diarreias e valores de referência.

Escala em horas	Momentos/ Hora do dia											Valores do referência Freitas (2009)
	1º dia de diarreia											
	1 11:00h	2 12:00h	3 13:00h	4 15:00h	5 17:00h	6 18:00h	7 19:00h	8 21:00h	2º dia		3º dia	
Grupos	0	1	2	4	6	7	8	10	20	35	45	
G1 - Na⁺	133,7±2,5	133,3±2,4	133,5±2,0	134±2,2	134,5±2,2	134,0±2,8	134,5±2,5	134,5±2,0	133±4,2	134,3±3,7	136,8±2,1	
G2- Na⁺	133,9±2,0	133,6±2,1	133,6±2,1	133,9±2,8	134±2,4	133,8±2,7	133,9±2,4	134,4±2,5	135±3,2	137±2,9	139±2,9	
Na⁺ - total	133,8±2,1 ^B	133,5±2,2 ^B	133,5±2,0 ^B	133,9±2,5 ^B	134,2±2,3 ^B	133,9±2,6 ^B	134,1±2,4 ^B	134,1±2,2 ^B	134,1±3,6 ^B	135,9±3,4 ^{AB}	138,1±2,7 ^A	136 - 138
G1- K⁺	4,77±0,24	4,75±0,37	5,07±0,62	4,93±0,38	4,92±0,58	4,92±0,55	5,0±0,63	5,13±0,39	4,78±0,59	4,75±0,27	4,52±0,25	
G2- K⁺	4,93±0,31	4,89±0,26	5,06±0,37	4,98±0,42	5,08±0,5	4,95±0,51	5,04±0,42	4,93±0,29	4,75±0,24	4,76±0,21	4,38±0,36	
K⁺ Total	4,86±0,28 ^A	4,83±0,31 ^A	5,06±0,47 ^A	4,96±0,39 ^A	5,01±0,52 ^A	4,94±0,51 ^A	5,02±0,5 ^A	5,01±0,34 ^A	4,76±0,41 ^{AB}	4,76±0,22 ^{AB}	4,44±0,22 ^B	4,36 - 4,58
G1 - Cl	97,7±2,3	96,8±2,2	96,5±1,5	96,8±2,6	97,2±1,8	95,4±2,3	96,2±1,9	97,7±2,0	100±2,7	97,5±2,1	104,2±2,7	
G2- Cl	96,8±2	96,1±2,6	96,1±2,6	96,5±3,2	97±3,4	97±4,1	97,1±4,1	98,9±4,9	103,5±5,2	103,5±4,3	108±2,9	
Cl - Total	97,1±2,1 ^C	96,4±2,3 ^C	96,3±2,1 ^C	96,4±2,9 ^C	97,3±2,7 ^C	96,2±3,3 ^C	96,6±3,2 ^C	98,4±3,8 ^C	102±4,5 ^B	100,9±4,6 ^B	106,4±3,4 ^A	98 -100
G1- HCO₃	28,6±1,9	30±1,7	32,1±1,0	32,3±1,3	31,4±2,1	32,4±2,3	33,2±2,1	30,9±2,2	24,1±2,7	28,8±3,1	22±2,8	
G2- HCO₃	30,1±1,9	31,8±2,2	32,6±2,1	32,6±2,8	31,7±2,7	32,2±3,0	31,8±3,2	29,3±3,8	22,2±2,9	25,2±3,5	20,3±3,5	
HCO₃ - Total	29,7±1,9 ^A	31 ±2,2 ^A	32,4±1,7 ^A	32,5±2,2 ^A	31,6±2,3 ^A	32,3±2,6 ^A	32,3±2,8 ^A	30±3,2 ^A	23,0±2,9 ^C	26,7±3,7 ^B	21±3,2 ^D	29,55 - 30,6
G1- AG	12,3±0,8	11,2±1,2	9,8±1,2	9,5±1,4	10±2,0	10,7±1	10±0,8	10,8±1,7	14,3±1,2	12,7±1,2	15,2±0,8	
G2 - AG	11,8±1,5	10,5±2,1	10,5±1,9	9,7±1,7	9,9±2,0	9,7±1,1	10,3±1,0	11,1±1,1	13,8±1,5	13,3±1,8	15,1±1,9	
AG Total	12±1,2 ^C	10,8±1,7 ^{CD}	10,2±1,6 ^D	9,6±1,5 ^D	9,9±1,9 ^D	10,1±1,1 ^D	10,21±0,8 ^{CD}	11±1,4 ^{CD}	14±1,4 ^{BC}	13±1,6 ^{BC}	15±1,5 ^{AB}	11,79 - 12,94
G1 - Osm	275,5±3,8	274,8±3,8	275,4±2,1	276±2,8	276,7±4,6	275,5±4,6	276,8±4,5	276,7±3,9	273,8±6,1	276,5±4,9	279,5±4,4	
G2 - Osm	275,2±2,8	274,8±2,9	275,1±3,5	276,1±4,3	275,5±4,3	274,5±4,8	275,5±4,3	276,1±5,0	276,8±5,8	280,2±4,7	282,6±5,4	
Osm - total	275,2±3,2 ^B	274,8±3,2 ^B	275,2±2,9 ^B	276±3,6 ^B	276±4,2 ^B	274,9±4,6 ^B	276,4±4,1 ^B	276,4±4,4 ^B	275,5±5,9 ^{AB}	278,7±5 ^A	281,1±4,4 ^D	-

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste SNK para p<0,05.

Os animais dos grupos G1 e G2 apresentaram hiponatremia, durante os dois primeiros dias de patência das diarreias neonatais, de acordo com os valores de

referência para bezerras de Freitas(2009). Somente na manhã do terceiro dia houve aumento na concentração deste íon (Gráfico 13).

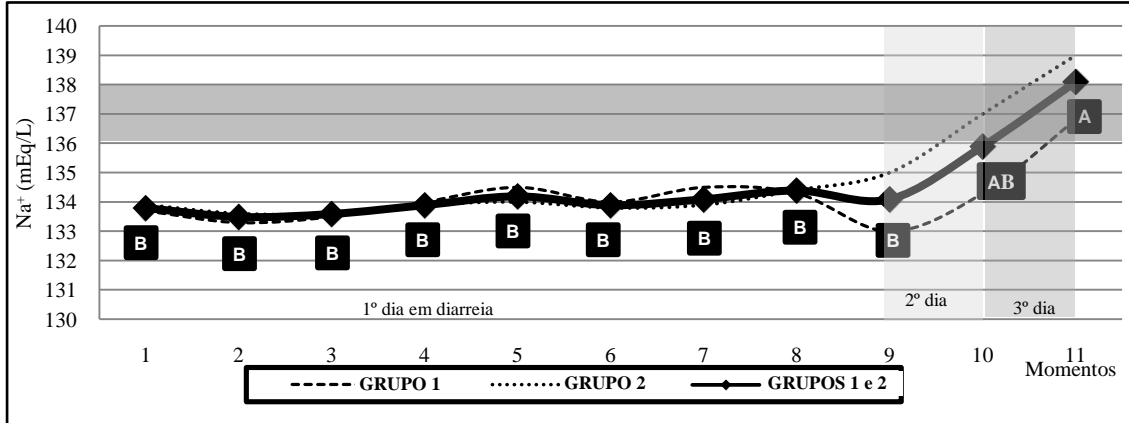


Gráfico 13: Concentrações médias de sódio (Na^+) de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (Na^+ - Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

* Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre se pelo teste de SNK, $p < 0,05$.

** Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

*** Áreas hachuradas na vertical representam os diferentes dias das coletas durante o período de patência da diarreia

O comportamento das concentrações séricas do sódio, em função do tempo foi determinado por derivação da equação linear, sem que houvesse diferença entre os grupos (Gráfico 14). Nessa análise, foi observado que houve aumento da concentração sanguínea deste íon em função do tempo, durante o período estudado.

No primeiro dia de patência da diarreia e iniciada fluidoterapia oral nos grupos (G1 e G2) as concentrações de sódio apresentavam-se baixas, e não variaram ao longo do dia. Com a evolução da patência da enfermidade, observou-se que as concentrações de Na^+ tenderam a

aumentar no segundo dia, fato que foi observado no terceiro dia.

As alterações eletrolíticas que ocorrem durante os episódios de diarreias estão relacionadas às excessivas perdas de água e eletrólitos nas fezes, sobretudo do Na^+ e K^+ . Nas diarreias, a desidratação é acompanhada de uma redução acentuada no volume do líquido extracelular, juntamente com aumento discreto no volume do líquido intracelular (Fayet, 1971; Constable *et al.*, 1998; Smith, 2009). As concentrações séricas destes eletrólitos podem ainda ser afetadas pela redução do consumo voluntário de alimentos (leite) e água (Berchtold, 2009).

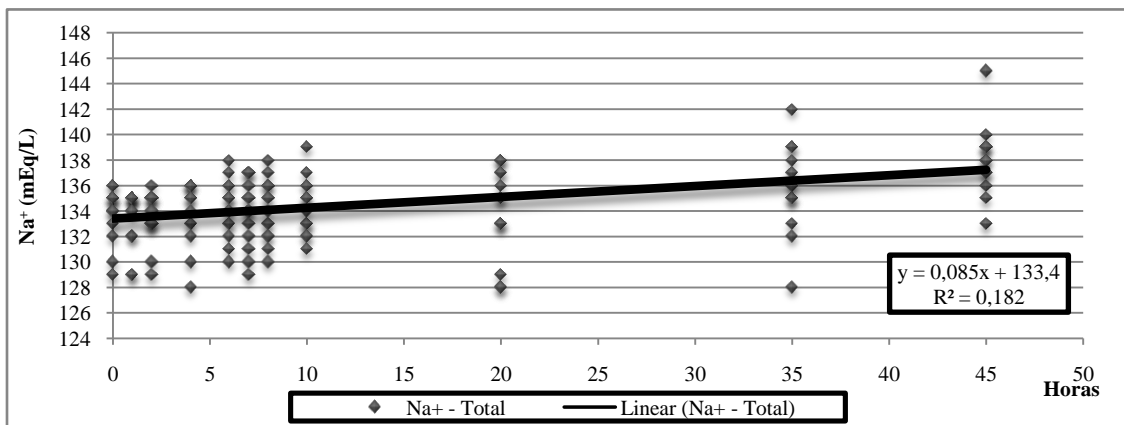


Gráfico 14: Regressão linear do comportamento das concentrações de Na^+ de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

Os fluidos corporais perdidos em decorrência das diarreias decorrentes das diarreias neonatais são, na maior parte das vezes, hipotônicas ou isotônicas em relação às concentrações de sódio. A liberação do hormônio antidiurético e o aumento da sede elevam o consumo de água, que quando associada à não ingestão de soluções eletrolíticas adequadas, promovem a retenção de água e expansão do líquido intracelular (Angelos e Van Metre, 1999; DiBartola, 2012).

O balanço do íon sódio é resultado de um complexo e orquestrado controle renal. Pequenas alterações no volume do líquido extracelular constituem o principal sensor de regulação do balanço de sódio no organismo (Michell, 1983; DiBartola, 2012). O aumento de volume do líquido extracelular resulta na excreção de sódio pelos rins, enquanto a redução deste volume aumenta a retenção deste íon. Esta regulação renal, geralmente, não altera de forma expressiva a concentração sérica de sódio no líquido extracelular, devido principalmente, à forte interação deste íon com a água, ou seja, há fluxo de água acompanhando o movimento do sódio para dentro ou fora do organismo (Michell, 1983; Angelos e Van Meste, 1999; DiBartola, 2012).

O volume do líquido extracelular é monitorado por mecanorreceptores e barorreceptores localizados no sistema circulatório. Estes sensores detectam as alterações no volume circulatório efetivo, o qual é uma fração do líquido extracelular. Nos rins, o aparato justaglomerular responde às modificações de pressão de perfusão com

alterações na produção e liberação de renina (Angelos e Van Metre, 1999; DiBartola, 2012).

As concentrações séricas de sódio influenciam diretamente no comportamento da osmolalidade sanguínea, que se comportou de forma semelhante à este eletrólito. Este fato ocorre, pois o sódio é responsável por cerca de 80% da osmolalidade do sangue (Andrews e Grindem, 2000).

Segundo Angelos e Van Metre (1999), a osmolalidade do fluido extracelular aumenta quando há mais perdas de água em relação ao sódio, ou, se há mais ganho de sódio em relação à água. Nesse trabalho, os animais com diarreia apresentaram perdas contínuas de fluidos e eletrólitos, que foram identificadas como desidratação leve, inferior a 6%. Entretanto, o equilíbrio do sódio é realizado pelos rins, fígado e sistema nervoso central serve para proteger o organismo de desequilíbrios deste íon (DiBartola, 2012).

A ação renal, aumentando a reabsorção do sódio, associada às contínuas perdas de líquidos e eletrólitos nas fezes, provavelmente foram as causas da hipernatremia e do aumento da osmolalidade observada no terceiro dia.

O comportamento sérico do íon potássio foi diametralmente oposto ao comportamento do íon sódio. Durante os dois primeiros dias de diarreia, os animais apresentaram hipercalemia, quando comparados aos valores de referência (Freitas, 2009) e, às seis horas do terceiro dia de diarreia (Momento 11/ 45 horas), foi observada redução das concentrações séricas do K^+ ($p < 0,05$) (Gráfico 15).

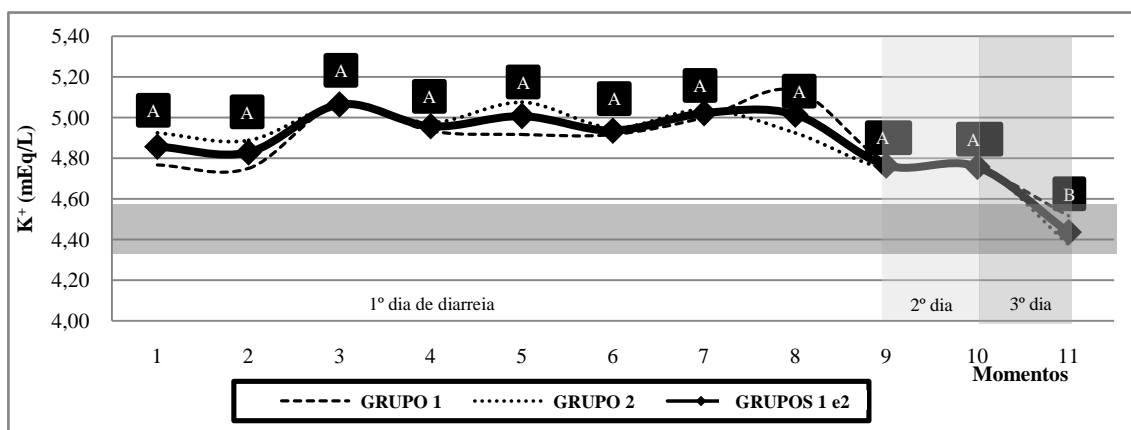


Gráfico 15: Concentrações médias de K^+ de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (K^+ – Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

*Marcadores de linhas seguidas de letras distintas seguidas diferem entre si pelo teste de SNK, $p < 0,05$.

**Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

*** Áreas hachuradas na vertical representam os diferentes dias das coletas durante o período de patência da diarreia

O Gráfico 16 demonstra o comportamento das concentrações do potássio em função do tempo, nas bezerras diarreicas submetidas à

fluidoterapia e foi determinado por derivação da equação quadrática, sem que houvesse diferença entre os grupos.

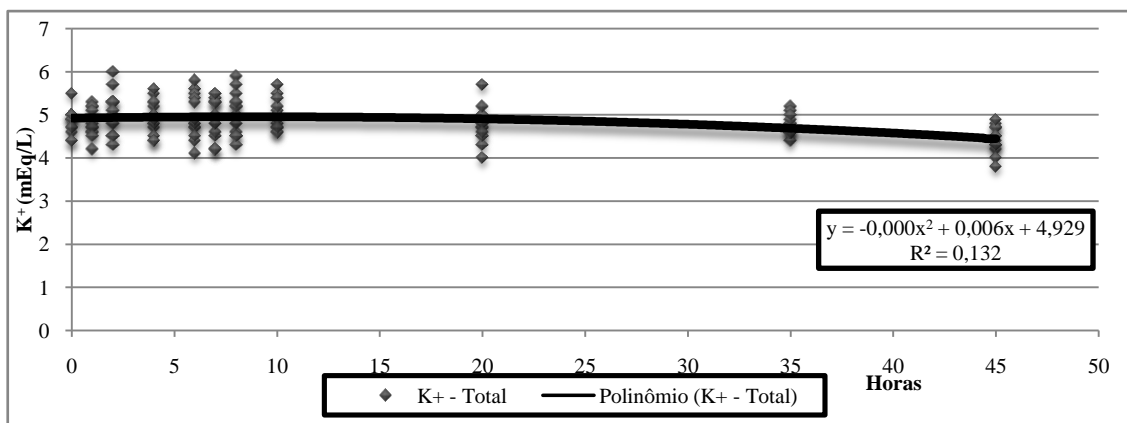


Gráfico 16: Regressão quadrática do comportamento das concentrações de K⁺ de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

O controle externo do potássio é mantido pelo equilíbrio entre a excreção e a ingestão, em outras palavras, a concentração de K⁺ envolve a regulação extracorpórea, que está relacionada com o consumo dietético e com as perdas orgânicas diárias, principalmente na urina. Virtualmente, todo o potássio ingerido é absorvido, no estômago e no intestino delgado (Carlson, 1997, DiBartola, 2012).

Este fato explica o comportamento das concentrações médias de potássio, com picos de 5,02-5,06 mEq/L no primeiro dia de diarreia, pois, segundo o delineamento experimental, as coletas foram seriadas: uma, duas e quatro horas após a administração da fluidoterapia. Além disso, a fluidoterapia foi realizada em até duas horas após o fornecimento da dieta líquida (leite). Dessa forma, a concentração do K⁺ resultou da soma da quantidade deste íon presente nos oito litros de leite e na solução poliônica oral.

Com a evolução do quadro e as contínuas perdas de eletrólitos nas fezes houve uma redução nas concentrações de potássio sérico. Nas diarreias naturalmente adquiridas, as alterações comumente observadas são desidratação hipotônica, hiponatremia, hipocloremia e hipercalemia (Berchtold, 1999; Naylor, 1999; Freitas, 2009; Smith, 2009). A hipercalemia ocorre mesmo que haja um déficit absoluto de potássio corpóreo, pois as constantes perdas do íon bicarbonato nas fezes resultam no acúmulo de íons hidrogênio e consequentemente acidemia. A membrana celular é permeável aos íons H⁺ e, para manter a eletroneutralidade, há saída de íons K⁺ do meio intracelular, o que

eleva as concentrações séricas do potássio (Tennant *et al.*, 1972, Philips, 1985; Sweeney, 1999; DiBartola, 2012).

Contraditoriamente aos autores citados, no presente trabalho, mesmo os animais apresentando certo grau de acidemia, devido a redução das concentrações séricas de bicarbonato, houve redução das concentrações do potássio, atingindo valores fisiológicos segundo Freitas (2009) às seis horas do terceiro dia (45 horas).

Estes resultados podem estar associados com os mecanismos de regulação do pH e do controle das concentrações intra e extracelulares do íon H⁺. Este processo é realizado, basicamente, por quatro vias metabólicas que estão interligadas. São elas: tampões intracelulares e extracelulares, eliminação de CO₂ via pulmonar, regulação renal de íons H⁺ e HCO₃⁻ e trocas catiônicas celulares (Drage e Wilkinson, 2001; Rose e Post, 2001).

O movimento dos íons H⁺ e K⁺, através da membrana celular, ou chamada de troca catiônica, é outro recurso do organismo que pode auxiliar no tamponamento dos meios intra e extracelular. Normalmente, é um dos últimos recursos lançados pelo organismo na tentativa de controle e correção do pH sanguíneo (Rose e Post, 2001).

A regulação do pH também sofre influência fundamental da ação renal, pois os rins controlam o volume e a composição do líquido extracelular (Bokallil, 2012). São responsáveis pela reabsorção do bicarbonato presente no ultrafiltrado glomerular, sendo este processo atrelado à excreção de hidrogênio (Cunnigham,

2004, DiBartola, 2012). Os íons hidrogênio são secretados ativamente pelos túbulos proximais e distais, sendo a concentração urinária máxima de hidrogênio em torno de 0,025 mMol/L, o que representa pH de 4,6 (Drage e Wilkinson, 2001).

Dessa forma, pode-se inferir que a fluidoterapia oral utilizada contribuiu para o controle da acidose metabólica nos animais diarréicos, ainda que nas condições de realização desse experimento, os animais não tenham apresentado aumento expressivo nas concentrações de íons H^+ suficiente para desencadear a saída do potássio do meio intracelular. Além disso, o grau leve de desidratação apresentado pelos enfermos, não deve ter comprometido a função renal, o que possibilitou a excreção dos íons H^+ contribuindo para elevar o pH sanguíneo, prevenindo o desenvolvimento de uma acidemia mais grave.

Outra hipótese está relacionada com a excessiva depleção do potássio em decorrência dos episódios contínuos de diarreia durante os três primeiros dias de patência dessa enfermidade (Fayet, 1971; Smith, 2009) e do controle do K^+ total corpóreo, que é mantido pelo consumo e pela excreção deste íon (Carlson, 1997).

O manejo alimentar utilizado na propriedade impõem aos animais, hígidos ou enfermos, em média, até 15 horas sem receber a dieta líquida (leite), fonte de alimentação que é, praticamente, o único alimento consumido pelos neonatos que foram acometidos por quadros de diarreia. Dessa forma, os bezerros diarréicos podem estar com normocalemia mesmo após as trocas catiônicas celulares entre os íons H^+ e K^+ , pois há uma redução do potássio corporal total.

O comportamento das concentrações séricas do íon cloreto foi semelhante ao do íon sódio. Os animais diarréicos submetidos aos protocolos de hidratação apresentaram hipocloremia no primeiro dia de diarreia, exceto no momento 8, às 21 horas, em que houve normocloremia. No segundo e terceiro dia de diarreia houve hiperclorêmia, quando se compara com os valores obtidos por Freitas (2009).

Houve aumento significativo ($p < 0,05$) das concentrações diárias do cloreto, que acompanharam a redução, também diária, das concentrações do íon bicarbonato (Gráfico 17; Gráfico 03).

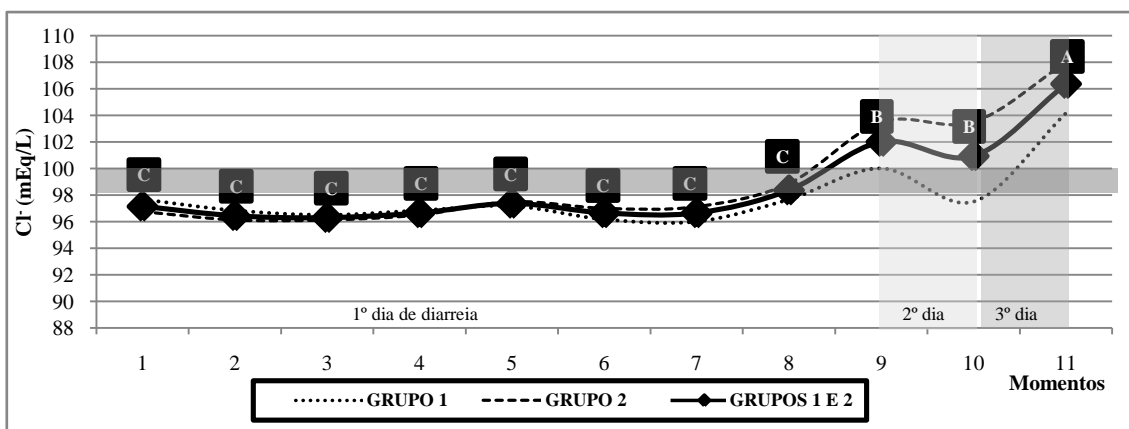


Gráfico 17: Concentrações médias de Cl^- de bezerras diarréicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) e média dos dois grupos (Cl^- - Total), durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

*Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre si pelo teste de SNK, $p < 0,05$.

**Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

*** Áreas hachuradas na vertical representam os diferentes dias das coletas durante o período de patência da diarreia

O comportamento da concentração sérica dos cloretos é, normalmente, inverso ao comportamento da concentração do íon bicarbonato (Rose e Post, 2001). No presente trabalho, este comportamento pode ser observado

ao longo do tempo em ambos grupos experimentais (Gráfico 18e Gráfico 04).

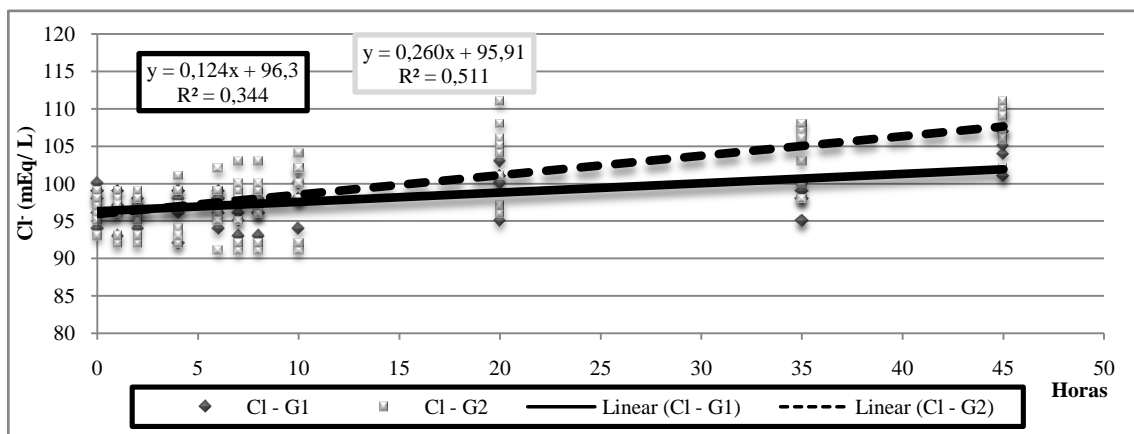


Gráfico 06: Regressão linear do comportamento das concentrações de Cl^- de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

A análise de regressão demonstrou que houve diferença entre os grupos, G1 e G2, no comportamento do íon cloreto em função do tempo. Os animais do Grupo 2 (G2 – Acetato) apresentaram aumento nas concentrações de Cl^- superiores aos animais do Grupo 1 (G1 – Bicarbonato).

A concentração de cloreto no líquido extracelular é importante, tanto para a manutenção da osmolalidade quanto para a manutenção do equilíbrio ácido-base. Sua interação é complexa e depende diretamente da concentração de sódio, consequentemente do volume circulante, além das concentrações de potássio e do pH sanguíneo (Sweeney, 1999; DiBartola, 2012).

A regra geral de que o cloreto acompanha o sódio possui várias exceções. Alterações na concentração do Cl^- , hipocloremia ou hiperclorêmia, normalmente são observadas juntamente com alterações natrêmicas, decorrentes de desequilíbrios hídricos. Quando não relacionada, à natremia e ao balanço hídrico, as alterações nas concentrações de cloreto são associadas aos distúrbios do equilíbrio ácido-base (Rose e Post, 2001).

A abordagem tradicional classifica a acidose metabólica em hiperclorêmica e normoclorêmica, com base nos valores do Δgap e da concentração do cloreto (DiBartola, 2012). Nessa condição, a elevação da cloremia é resultado do aumento na reabsorção renal de Cl^- , em resposta a baixa relação entre íons cloretos e bicarbonato, pela queda do bicarbonato plasmático. O comportamento da concentração sérica de cloretos é, normalmente, inverso ao comportamento da concentração do íon bicarbonato (Rose e Post, 2001). No presente trabalho, este comportamento pode ser observado

ao longo do tempo em ambos grupos experimentais.

Possivelmente, a hipocloremia observada no primeiro dia de patência da diarreia neonatal ocorreu em resposta à fluidoterapia, pois o uso de agentes alcalinizantes presentes nas soluções elevou as concentrações séricas do íon bicarbonato. Para manter a homeostase, o organismo aumentou a taxa de excreção de cloretos na urina e, assim, manteve o princípio da eletroneutralidade (DiBartola, 2012).

Nos dois dias seguintes, as contínuas perdas de eletrólitos e fluidos, em decorrência das diarreias, acarretaram na depleção das concentrações séricas do HCO_3^- , mesmo com a manutenção da fluidoterapia oral. Com a redução do pH sanguíneo o organismo em resposta adaptativa à acidose metabólica (DiBartola, 2012).

BUN, Glicose, Hematócrito e Proteína Plasmática Total

Na Tabela 06 estão apresentados os valores médios de hematócrito e parâmetros bioquímicos, nos diferentes momentos, para o Grupo 1 (fluidoterapia com a solução poliônica isotônica contendo o agente alcalinizante bicarbonato), Grupo 2 (fluidoterapia com a solução poliônica isotônica contendo o agente alcalinizante acetato) e o total, formado pela junção dos grupos G1 e G2, uma vez que não houve diferença entre os grupos para as variáveis analisadas.

Tabela 06: Valores das concentrações do nitrogênio ureico sanguíneo (BUN) (mMol/L), glicose (Gli) (mg/dL), hematócrito (Htc) e proteína plasmática total (PPT) de bezerras submetidas a protocolos de fluidoterapia oral com diferentes soluções poliônicas isotônicas, G1- Bicarbonato, G2- Acetato e Total (G1 e G2) durante os três primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência.

Escala em horas	Momentos/ Hora											Valores de referência Freitas, 2009
	1º dia de diarreia			2º dia			3º dia					
Grupos	1 11:00h	2 12:00h	3 13:00h	4 15:00h	5 17:00h	6 18:00h	7 19:00h	8 21:00h	9 6:00h	10 21:00h	11 6:00h	
G1- BUN	7,0±2,0	7,0±2,0	6,8±2,1	6,5±2,3	6,5±2,4	6,1±2,2	5,9±2,0	5,9±1,9	8,6±3,5	7,5±3,8	6,5±0,8	
G2- BUN	6,8±3,9	6,4±3,8	6,4±3,8	6,4±3,9	6±3,6	5,9±3,4	5,8±2,9	5,9±2,5	7,3±2,7	5,4±2,8	6,3±3,6	
BUN - Total	7,1±2,99	6,9±2,94	6,8±2,97	6,6±3,08	6,4±2,96	6,1±2,78	5,9±2,78	5,9±2,16	7,1±3,11	8,1±3,31	6,4±3,31	7,8 – 10,2
G1- Gli	113,0±14,9	119,5±19,0	115,9±16,2	118,1±23,1	118,3±14,8	118,8±20,0	125,8±21,8	120,1±20,9	99,0±17,9	118,5±9,7	96,2±8,3	
G2- Gli	108,4±14,9	114,0±13,8	111,5±10,6	124,4±20,8	109,4±14,1	105,1±17,4	116,5±15,8	114±13,4	101,4±8,2a	108,9±16,7	90,4±13,2a	
Gli - Total	111,1±14,6 ^B	116,1±16,3 ^{AB}	113±13,4 ^B	121,6±21,5 ^{AB}	111,7±14,7 ^B	108,1±19,5 ^B	117,94±19,5 ^{AB}	115,06±17,3 ^{AB}	101,19±13,50 ^B	113,00±14,5 ^B	92,3±14,49 ^B	85,1 – 93,5
G1- Htc	29,7±2,5	30,7±2,8	30,5±3,5	31±3,0	31,8±3,1	31,5±3,2	32,7±3,0	32,5±2,5	34,2±3,1	32,3±3,1	32,3±3,6	
G2- Htc	31,6±3,7	31±3,7	33±3,8	32,4±2,9	30,4±2,9	31,1±3,0	32,4±3,0	31,8±3,6	33,6±2,6	33,1±2,9	32,9±3,2	
Htc - Total	32,1±3,31 ^{AB}	33,9±3,03 ^A	32,6±3,29 ^{AB}	31,9±3,56 ^{AB}	31,2±3,05 ^B	32,5±2,99 ^{AB}	32,8±2,99 ^{AB}	31,8±2,96 ^{AB}	31±3,02 ^B	31,3±2,72 ^B	30,8±2,72 ^B	31,19±3,31
G1- PPT	6,04±0,41 ^a	6,08±0,41 ^a	6,10±0,47 ^a	6,10±0,44 ^b	5,95±0,43a	6,11±0,39 ^a	6,11±0,39 ^b	6,11±0,46 ^b	5,79±0,39 ^a	5,93±0,30 ^a	5,93±0,30 ^a	-
G2- PPT	5,9±0,4 ^b	6±0,3 ^b	5,9±0,4 ^b	5,8±0,3 ^b	5,7±0,2 ^b	5,9±0,4 ^b	5,9±0,2 ^b	5,8±0,3 ^b	5,7±0,4 ^b	5,8±0,3 ^b	5,6±0,5 ^b	

Médias seguidas por letras maiúsculas, nas linhas, distintas diferem significativamente pelo teste SNK para p<0,05.

Médias seguidas por letras minúsculas, nas colunas, distintas diferem significativamente pelo teste T de Student para p<0,05

Não houve variação das concentrações de BUN, em ambos grupos, e seus valores permaneceram dentro dos limites fisiológicos (Freitas, 2009). Este resultado demonstra que, apesar dos animais apresentarem acidose metabólica, não houve desidratação nos bezerras submetidos à fluidoterapia oral com as soluções poliônicas isotônica (G1 – Bicarbonato e G2 – Acetato).

A elevação das concentrações do BUN está relacionada com o aumento da taxa de reabsorção da uréia nos túbulos renais proximais. A desidratação reduz o volume total circulante que, em resposta há o aumento da taxa de reabsorção no fluido tubular. Este processo

ocorre mesmo que ainda não haja redução na taxa de filtração glomerular, entretanto o aumento da reabsorção de água implica também na reabsorção passiva da uréia (Cunningham, 2004; DiBartola, 2012).

As concentrações de glicose no sangue, não variaram entre os momentos, mas apresentaram uma tendência de redução. Entretanto, o comportamento em função do tempo, na análise de regressão, foi de redução. O Gráfico 19 representa a glicemia em função do tempo das bezerras submetidas à fluidoterapia e foi obtido a partir da derivação da equação linear, com diferença entre os grupos.

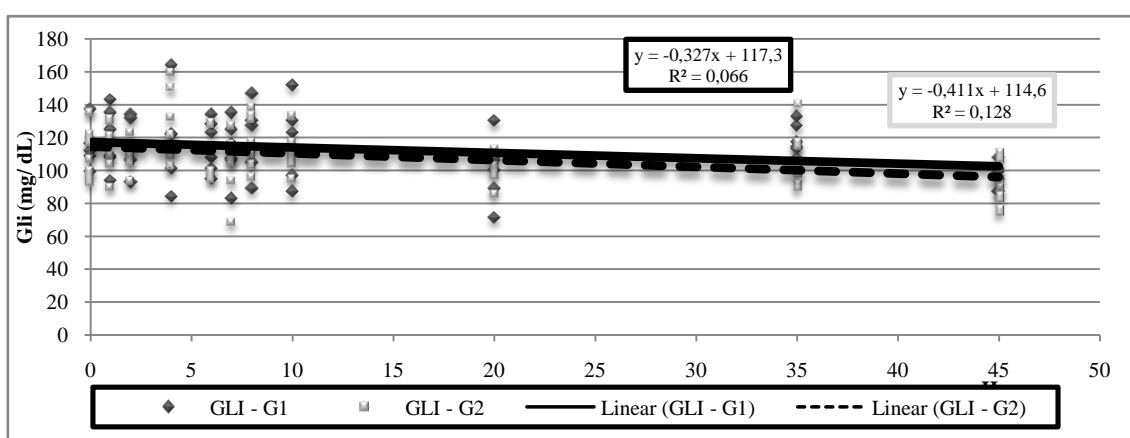


Gráfico 19: Regressão linear do comportamento de glicose de bezerras diarréicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

Os valores de glicemia encontrados neste experimento, quando comparados aos de referência adotados para a discussão dos resultados (Freitas 2009) apresentaram-se elevados. Além disso, não foram observadas, a partir da análise de variância, alterações na glicemia entre os grupos e nem entre os momentos. Isto pode ter ocorrido devido à grande quantidade de leite oferecida aos animais (8 litros por dia) somada à glicose presente nas soluções utilizadas na fluidoterapia administradas na diarreia (20g/litro). A concentração sanguínea da glicose é influenciada pela ingestão de alimentos e regulada pela ação dos hormônios pancreáticos, insulina e glucagon (Meyer *et al.*, 1995). Para os neonatos bovinos o pico da glicemia é observado entre três e quatro horas após o fornecimento da dieta líquida, constituída de leite integral (Coelho, 1999, Coimbra, 2002 e França, 2003 citado por Vieira, 2005). Os animais deste estudo apresentavam idades variando de sete a nove dias, portanto, com nenhuma ou muito pouca ingestão de alimentos

sólidos. O delineamento experimental fez com que as coletas coincidisse com os picos de glicemia pós-prandial. Além disso, havia glicose na formulação das soluções poliônicas isotônicas utilizadas na fluidoterapia orais.

A hipoglicemia é um achado frequente nos trabalhos sobre diarreia neonatal (Michell, 1983; Philips, 1985; Michell, 1994; Berchtold, 1999; Naylor, 1999; Freitas, 2009), porém a fluidoterapia empregada neste experimento foi capaz de manter a glicemia dentro de valores normais. Apesar disso, quando os dados foram avaliados pela análise de regressão (Gráfico 19), observou-se redução nas concentrações de glicose em função do tempo, corroborando com outros autores (Michell, 1983; Philips, 1985; Michell, 1994; Berchtold, 1999; Naylor, 1999). Este fato reafirma a necessidade de implementação da reposição da glicose nas soluções utilizadas para a fluidoterapia oral.

Os valores de hematócrito variaram entre os momentos, com aumento ($p < 0,05$) no momento 2, às 12 horas, uma hora após a

primeira coleta e início do tratamento. Após este momento os valores retornaram aos valores iniciais permanecendo assim até o final do experimento. Não foi possível determinar o comportamento do hematócrito, em função do tempo, pela análise de regressão. Esta resposta pode estar associada a resposta à excitação, demonstrando uma alteração imediata, associada à liberação de epinefrina, também conhecida como resposta à ameaça. Em grandes animais esta situação está relacionada ao transporte e contenção para coleta de sangue (Thrall, 2007). Estes aumentos agudos ocorrem, normalmente, em resposta a situações de estresse

ou dor, com injeção temporária de grande massa de eritrócitos na corrente sanguínea por contração esplênica, mas que retornam aos valores de normalidade rapidamente (Jain, 1993).

Os valores da PPT apresentaram diferença entre os grupos G1 e G2, entretanto não foram observadas diferenças entre os 11 momentos analisados, para ambos grupos. A análise de regressão da PPT em função do tempo, também demonstrou diferenças entre os grupos G1 e G2, porém ambos apresentaram o mesmo comportamento de redução, representado no Gráfico 20, que foi determinado a partir da derivação da equação linear.

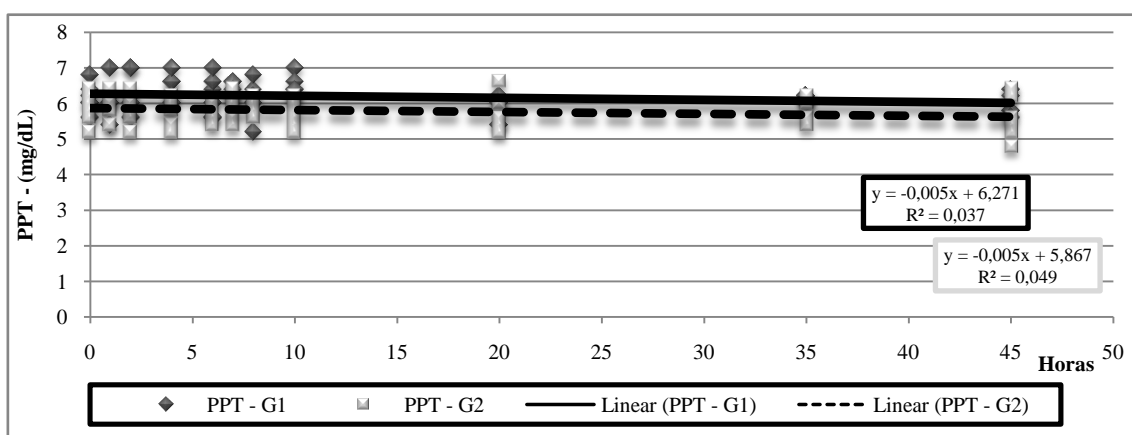


Gráfico 20: Regressão linear do comportamento da proteína plasmática total de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

A redução em função do tempo, com diferença entre grupos, foi possivelmente, assim como na glicemia, em função de dados *outliers*. Semelhante, ainda ao comportamento da glicose a redução dos valores de PPT pode estar associada ao manejo alimentar exercido na propriedade ou a própria patogenia da enfermidade. Outra hipótese para a redução da PPT está relacionada com a diminuição do consumo voluntário de leite, observada em alguns animais, pois na solução isotônica poliônica oral continha glicose porém era desprovido de fontes de proteína.

O acompanhamento dos valores de hematócrito e proteína plasmática total nas diarreias neonatais pode ser útil para identificação dos quadros de hemoconcentração em consequência da desidratação (Dirksen *et al.*, 1993; Radostits *et al.*, 2007; Divers e Peek, 2008). Entretanto estes achados nem sempre são encontrados, e normalmente para serem avaliados necessitam de valores basais dos animais enfermos (Kasary e Naylor, 1986; Naylor, 1987; Gonçalves *et al.*, 1991; Freitas, 2009).

Análise do pH e densidade urinária

Na Tabela 07 estão apresentados os valores médios do pH e densidade urinária, nos diferentes momentos, para o Grupo 1 (fluidoterapia com a solução poliônica isotônica contendo o agente alcalinizante bicarbonato), Grupo 2 (fluidoterapia com a solução poliônica isotônica contendo o agente alcalinizante acetato) e o total, formado pela junção dos grupos G1 e G2, uma vez que não houve diferença entre os grupos para as variáveis analisadas.

Tabela 07: Valores médios e respectivos desvio padrões do comportamento do pH e densidade urinária de bezerras submetidas a protocolos de fluidoterapia oral com diferentes soluções poliônicas isotônicas, G1- Bicarbonato, G2- Acetato e Total (G1 e G2) durante os três primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência.

Escala em horas	Momentos/ Hora											Valores de referência Freitas, 2009
	1 11:00h	2 12:00h	3 13:00h	1º dia de diarreia		6 18:00h	7 19:00h	8 21:00h	2º dia		3º dia	
Grupos	0	1	2	4 15:00h	5 17:00h	7	8	10	20 6:00h	35 21:00h	45 6:00h	
G1- pHu	6,2±0,38	6,30±0,35	6,53±0,50	6,6±0,60	6,6±0,50	6,54±0,41	6,43±0,57	6,34±0,53	5,8±0,28	6,01±0,34	5,69±0,17	
G2- pHu	6,13±0,29	6,09±0,26	6,31±0,48	6,52±0,47	6,50±0,32	6,27±0,26	6,12±0,10	5,98±0,15	5,69±0,39	6,14±0,34	5,77±0,10	
pHu - Total	6,17±0,33	6,19±0,32	6,42±0,48	6,56±0,52	6,56±0,42	6,42±0,37	6,42±0,37	6,19±0,44	5,75±0,33	6,07±0,33	6,07±0,33	6,33 – 6,62
G1- Den	1012,5±9,4	1019±10	1022,3±12,5	1027,1±10,9	1026,3±11,3	1025±12,0	1027,3±9,3	1025,8±12,0	1018,8±7,4	1021,7±9,3	1016,5±5,5	
G2- Den	1014,6±5,7	1021,5±8,4	1018,6±11,5	1014,7±10,9	1016,7±9,0	1023,3±8,6	1018,3±7,7	1017,7±5,9	1019,7±5,6	1015,6±1,7	1020,3±5,9	
Den - Total	1013,5±7,7	1020,3±9	1020,4±11,7	1021,4±12,3	1022,2±11,2	1024,3±0,3	1024,3±10,4	1022,3±10,4	1019,2±6,4	1019,2±7,6	1019,2±7,6	1011 - 1017

Houve redução do pH urinário, em função do tempo, das bezerras submetidas à fluidoterapia. O Gráfico 21 demonstra o seu o

comportamento que foi obtido a partir da derivação da equação linear, com diferença entre os grupos

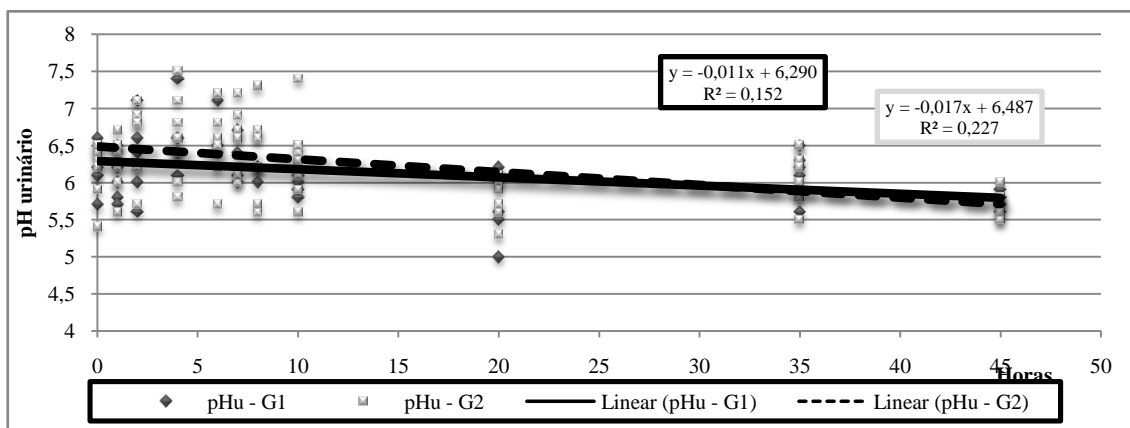


Gráfico 21: Regressão linear do comportamento do pHu de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com soluções poliônicas isotônicas orais, com bicarbonato de sódio (Grupo 1) ou acetato de sódio (Grupo 2) em função do tempo, durante os três primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

Os valores de densidade urinária não variaram entre os momentos, da mesma forma, não foi possível estabelecer relações em função do tempo.

À partir da análise de variância, não foram observadas diferenças dos valores médios de pH urinário entre os grupos e nem entre os momentos. Entretanto, nas amostras do segundo e terceiro dias de diarreia, estes valores estavam abaixo dos de referência, para bezerros hígdos da mesma faixa etária, segundo Freitas (2009). Nestes momentos, os animais apresentaram os menores valores de pH sanguíneo e da concentração do íon carbonato, evidenciando, assim, a utilização da excreção de íons H^+ na urina em resposta a acidemia (Freitas, 2009; DiBartola, 2012).

O sistema renal exerce papel importante na manutenção do pH, pois é responsável pela composição e volume do líquido extracelular (Bookallil, 2012). Os rins são responsáveis pela excreção de NH_4^+ oriundo do metabolismo hepático, e pela reabsorção do HCO_3^- , além da eliminação de outros ácidos e bases (Cunningham, 2004; DiBartola 2012).

A resposta renal ao desequilíbrio hidroeletrólítico e acido-base está associada com a eliminação dos íons H^+ na urina causando aciduria. A secreção renal do hidrogênio é regulada por fatores complexos relacionados que envolvem o pH sanguíneo e o volume do líquido extracelular (DiBartola, 2012).

A acidemia associada à redução da volemia estimula as células tubulares, liberação do hormônio aldosterona e conservação do sódio levando à excreção dos íons H^+ (Michell, 1983).

A excreção do íon hidrogênio ocorre por um cotransportador luminal $Na^+ - H^+$ que são dependentes da presença da anidrase carbônica, encontrada nas células tubulares. Este processo ocorre simultaneamente à absorção de íons bicarbonato, pois para cada H^+ excretado na urina, um HCO_3^- é reabsorvido e retorna para o sistema tampão bicarbonato – ácido carbônico (DiBartola, 2012).

4. CONCLUSÕES

A análise do perfis eletrolíticos e hemogasométricos e do pH e densidade urinaria de bezerras submetidas à fluidoterapia oral com diferentes soluções poliônicas isotônicas orais, durante os três primeiros dias do período de patência das diarreias naturalmente adquiridas, permite as seguintes conclusões:

- A fluidoterapia oral, com ambos os agentes alcalinizantes, não teve efeito no controle/ interrupção dos episódios de diarreia, mas foi importante para a manutenção do prognóstico clínico favorável dos animais com diarreia naturalmente adquirida.
- A fluidoterapia oral, com ambos os agentes alcalinizantes, na dose de 100mL por quilo de peso vivo foi efetivo na reposição hídrica das bezerras com diarreia naturalmente adquirida.
- Todos os animais submetidos a fluidoterapia oral, com ambos os agentes alcalinizantes, apresentaram algum grau de alcalose metabólica iatrogênica no primeiro dia de patência das diarreias naturalmente adquiridas.

- Todos os animais submetidos a fluidoterapia oral, com ambos os agentes alcalinizantes, apresentaram algum grau de acidose metabólica a partir do segundo dia de patência das diarreias naturalmente adquiridas
- A fluidoterapia oral, com ambos os agentes alcalinizantes, foi eficaz no controle da hidratação e evitou que o desequilíbrio ácido-base, causado pelos episódios de diarreia, se agravasse mantendo os animais com uma acidemia leve.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEYSEKARA, S. Tese: D-Lactic acid metabolism and control of acidosis. University of Saskatchewan, Saskatoon, 2009
- ANDREWS, J. M.; GRINDEN, C.B.. Interpreting electrolyte, anion gap, and total carbon dioxide data. *Veterinary Medicine*, v.95, n.7, p.548-553, 2000.
- ANGELOS, S.M.; VAN MESTRE, D.C.. Treatment of sodium balance disorders: water intoxication and salt toxicity. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.15, n.3, p. 587-606, 1999
- BERCHTOLD, J.. Intravenous fluid therapy of calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.15, n.3, p. 505-531, 1999.
- BERCHTOLD, J.. Treatment of calf diarrhea: intravenous fluid therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.* v.25, n.1, p.73-99, 2009
- BOWMAN, D.D. *Parasitologia Veterinária de Georgis*. 8ed. São Paulo: Manole, 2006. 422p.
- BOOKALLIL, M.J.. *pH of the blood: acid base balance*, 2012. Disponível em: http://www.usyd.edu.au/su/anaes/lectures/acidbase_mjb/frameversion.html. Acesso em: 20/06/2012.
- CALLOWAY, C.D.; TYLER, J.W.; TESSMAN, R.K. et al. Comparison of refractometers and test endpoints in the measurement of colostrum quality in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, n.93, p.3713-3721, 2002.
- CARLSON, G.P.. Fluid electrolyte and acid-base balance. In: KANECO, J.. *Clínical biochemistry of domestic animals*. 5 ed.London: Academic Press, 1997. p. 485-515.
- CERQUEIRA, M.M.O.P. *Controle da coccidiose bovina através da administração contínua de anticoccídios na ração e no sal mineral*. 1988. 61f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária Preventiva). Universidade Federal de Minas Gerais
- CLAVEL A., ARNAL A., SANCHEZ E., VAREA M. et al. Comparison of 2 Centrifugation Procedures in the Formalin – Ethyl Acetate Stool Concentration Technique for the Detection of *Cryptosporidium* oocysts. *International Journal of Parasitology*, n.26: p.671-672, 1996.
- CONSTABLE, P.D.; GOHAR, H.M.; MORIN, D.E. et al. Use of hypertonic saline – dextran solution to resuscitate hypovolemic calves with diarrhea. *American Journal of Veterinary Research*, v.57, p.97-104, 1996.
- CONSTABLE, P.D.; WALKER, P. G.; MORIN, D. E. et al. Clinical and laboratory assessment of hydration status of neonatal calves with diarrhea. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.212, p.991, 1998.
- CONSTABLE, P.D.. Clinical Assessment of acid-base status: strong ion difference theory. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.15, n.3, p. 447-472, 1999.
- CONSTABLE, P.D.; THOMAS, E.; BOIRASME, B.. Comparison of two electrolyte solutions for the treatment of dehydrated calves with experimentally-induced diarrhoea. *Veterinary Journal*, n.162, p.129-140, 2001.
- COURA, F. M.. Estudo longitudinal prospectivo da incidência de enteropatógenos em bezerras em uma propriedade leiteira. 2011. 49f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, MG.
- CUNNINGHAM, J.G.. *Tratado de fisiologia veterinária*. 3ªed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, 454p.
- DAUGSCHIES, A.; NAJDROWSKI, M. Eimeriosis in cattle: current understanding. *Journal Of Veterinary Medicine. B, Infectious Diseases And Veterinary Public Health*, v.52, n.1, p.417-427, 2005.

- DEMINGNÉ, C. CHARTIER, F.; RÉMÉSY. Evidence off different types of ácidosis associatéd with diarrhea in the neonatal calf. *Annales de recherches veterinaires*, n.11, p.267-272, 1980
- DIBARTOLA, S. P.. *Fluid, Electrolyte, and Acid-Base Disorders in Small Animal Practice*. 4ª ed. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier, 2012, 749.p.
- DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H. D.; STÖBER, M.. *Rosenberger: Exame Clínico dos Bovinos*. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 1993, 419p
- DIVERS, T.J.; PEEK, S.F.. *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle*. St. Louis, Missouri: Elsevier: 2008, 687p.
- DONOVAN, G.A., DOHOO, I.R., MONTGOMERY, D.M., et al. Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, U.S.A. *Preventive Veterinary Medicine*.v.34, n.1, p.31-46, 1998
- DRAGE, S.; WILKINSON, D.. Acid-base balance. *Pharmacology*, v.13, n.12, p.1-13, 2001
- DUFRASNE, V.. *Diarrhee Neonatale Des Veaux Et Rehydratation Par La Voie Orale*. 2003. 191f. These (Doctorat Veterinaire). Ecole Nationale Veterinaire D'alfort.
- FAYET, J.C.. Plasma and faecal osmolality, wáter kinetics and body fluid in neonatal calves with diarrhea. *Brithish Veterinary Journal*, v.127, p.37-44, 1971.
- FEITOSA, F. L. F; BIRGEL, E. H., MIRANDOLA, R. M. S.; et al. Diagnóstico de falha de transferência de imunidade passiva em bezerros através da determinação de proteína total e de suas frações eletroforéticas, imunoglobulinas G e M e da atividade da gama glutamiltransferase no soro sanguíneo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 251-255, 2001.
- FEITOSA, F.L.F.; SHIMAMURA, G.M.; ROBERTO, T. et al. Prevalência de Criptosporidiose em bezerros na região de Araçatuba, Estado de São Paulo, Brasil. *Ciência Rural*, v.34, n.1, Jan/Fev, 2004.
- FEITOSA, F.L.F.; SHIMAMURA, G.M.; ROBERTO, T. et al. Importância de *Cryptosporidium* spp. como causa de diarréia em bezerros. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.28, n.10, p.452-456, 2008.
- FERREIRA, F.. *Fluidoterapia endovenosa e oral em bezerros com diarréia osmótica induzida*. 2001. 73f. Dissertação (Mestrado em Clínica e Cirurgia Veterinárias). Belo Horizonte: Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais.
- FERREIRA, M.G.. Prevalência dos principais enteropatógenos em bezerras da fase de aleitamento em explorações leiteiras semi-intensivas de duas bacias leiteiras do Estado de Minas Gerais. 2009. 79f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, MG.
- FIELD, M. Intestinal ion transport and the pathophysiology of diarrhea. *The Journal of Clinical Investigation*, v.111, n.7, p.931-943, 2003
- FLORES, R. V.; SOUZA, C.A.; ORCALINO, N.M. et al. Hypertonic and isotonic saline solutions in dehydration therapy in neonaté calves: comparison of clinical profile and serum and urinary concentrations of electrolytes. *Comparative Clinical Pathology*, v. 15, p.131-142, 2006.
- FREITAS, M.D. *Avaliação dos parâmetros clínicos e de patologia clínica em bezerros naturalmente infectados com diarréia neonatal*. 2009. 85f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, MG.
- GENTILE, A. Ruminant acidosis in milk-fed calves. *Large Animal veterinary*, v. 4, p. 111-117, 2004.
- GONÇALVES, R.C., KUCHEMUCK, M.R.G.; ALMEIDA, C.T.et al.. Diarréia em bezerros: estudo clínico laboratorial. *Veterinaria e Zootecnia*, v.3, n.1, p.35-44, 1991
- GOMES, O. M.. *Interpretação clínicas das alterações ácido-básicas e distúrbio da oxigenação*. Belo Horizonte: Edictor, 1997, p.254.
- GUIMARÃES, L. B.; FACURY FILHO, E.J.; CARVALHO, A. U. et al. Comportamento da excreção de oocistos de *Cryptosporidium* spp. e

- de cistos de *Giardia* spp. em bezerros infectados naturalmente. Anais VIII Congresso Brasileiro de Buiatria, Belo Horizonte. Ciênc. Anim. Bras. (Supl.1):660-665, 2009.
- GUYTON A.C.; HALL, J.E.. Digestion and Absorption in the Gastrointestinal Tract. In: *Textbook of Medical Physiology*. 11^a ed. Pennsylvania: Elsevier Inc., 2006, p.808-817. HALL, G.A.; JONES, P.W.; MORGAN, J.H.. Calf Diarrhea. In: *Bovine medicine disease and husbandry of cattle*. Oxford: Blackwell, 1992. p. 154-180.
- HARTSFIELD, S.M.; THURMON J.C.; CORBIN, J.E. et al. Effects of sodium acetate, bicarbonate and lactate on acid-base status in anaesthetized dogs. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, v.4, p.51-61, 1981
- HECK, I.; LEANDRO, A.S.; LEITE, C.T. et al. Efeito do clima sobre a infecção parasitária em bezerros e presença de larvas em manejo rotativo de pasto em Santa Maria, RS, Brasil. *Ciência Rural*, v.35, n.6, p.1461-1464, 2005.
- JAIN, N.C. *Essentials of veterinary hematology*. Philadelphia: Lea & Febiger. 1993. 417p
- KASARI, T.R.; NAYLOR, J.M.. Further studies on the clinical features and clinicopathological findings of a syndrome of metabolic acidosis with minimal dehydration in neonatal calves. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 1986, 50, 502-508.
- KASARI, T.R.. Metabolic acidosis in diarrheic calves: The importance of alkalizing agents in therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.6, n.1, p. 29-44, 1990.
- KASARI, T.R.. Metabolic acidosis in calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.15, n.3, p. 473-482, 1999.
- LANGONI, H.; LINHARES, A.C.; AVILA, F.A. et al. Contribuição ao estudo da etiologia das diarreias em bezerros de aptidão leiteira no Estado de São Paulo, Brasil. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.41, n.5, 2004.
- LEVINE, N.D. *Protozoan Parasites of Domestic Animals and of Man*. 2ed. Urbana: Burgess Publishing Company, 1973. 406p.
- LISBÔA, J.A.N.; BENESI, F.J.; LEAL, M.L.R. et al. Efeito da idade sobre o equilíbrio ácido-básico de bezerras sadias no primeiro mês de vida. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.39, p.136-142, 2002
- LORENZ, I.. Influence of D-lactate on metabolic acidosis and on prognosis in neonatal calves with diarrhoea. *Journal of veterinary medicine. A, physiology, pathology, clinical medicine*, v.51, p.425, 2004^A.
- LORENZ, I.. Investigations on the influence of serum D-lactate levels on clinical signs in calves with metabolic acidosis. *The Veterinary Journal*, n. 168, p.323-327, 2004^B.
- MALNIC, G.; GIEBJSCH, G.. Mechanism of renal hydrogen ion secretion. *Kidney International*, v.1, p.280-296, 1972
- MARSHALL, T.S., CONSTABLE, P.D.; CROCHIK, S.S., et al. Effect of suckling an isotonic solution of sodium acetate, sodium bicarbonate, or sodium chloride on abomasal emptying rate and luminal pH in calves. *American Journal of Veterinary Research*, n.69, p.824-831, 2008
- McEWAN, A. D.; FISHER, E. W.; SELMAN, I. E. et al. A turbidity test for the estimation of immunoglobulin levels in neonatal calf serum. *Clinica Chimica Acta*. v.27, p.155-163, 1970.
- MEYER, D.J.; COLES, E.H.; RICH, L.J. *Medicina de laboratório veterinária – Interpretação e diagnóstico*, 1^a Ed. São Paulo: Rocca Ltda, 1995, 308p.
- MICHELL, A.R.. Understanding fluid therapy. *Irish Veterinary Journal*, n. 37, p.94-103, 1983.
- MICHELL, A.R.. Salt, water and survival: acid test and basic advances in fluid therapy. *Irish Veterinary Journal*, n. 47, p.3-8, 1994.
- MICHELL, A.R.. Oral rehydration for diarrhoea: Symptomatic treatment of fundamental therapy. *Journal of Comparative Pathology*, n.118, p175-193, 1998.
- NAPPERT G, ZELLO GA, NAYLOR JM. Oral rehydration therapy for diarrheic calves. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, n.19, p.181-189, 1997

- NAKAGAMA, M. et al. Relationship between depression score and acid-base status in Japanese black calves with diarrhea. *Journal Veterinary Medicine Science*, v.69, n.5, p.549-552, 2007.
- NAYLOR JM, FORSYTH GW. The alkalinizing effects of metabolizable bases in the healthy calf. *Canadian Journal of Veterinary Research*, n.50, p.509-516, 1986
- NAYLOR, J.M. Severity and nature of acidosis in diarrheic calves over and under one week of age. *Canadian Veterinary Journal*, v.18, n.4, p.168-173, 1987
- NAYLOR, 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
- NAYLOR, J.M.; PETRIE, L.; RODRIGUEZ, M.I.; SKILNICK, P.. A comparison of three oral electrolyte solutions in the treatment of diarrheic calves. *Canadian Veterinary Journal*, v.31, p.753-760, 1990.
- NAYLOR, J.M.. Oral electrolyte therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.15, n.3, p. 487-504, 1999.
- NAYLOR, J.M.; ZELLO, G.A.; ABEYSEKARA, S.. Advances in oral and intravenous fluid therapy of calves with gastrointestinal disease. In: WORD BUIATRICS CONGRESS, 24., 2006, Nice, Paris. *Anais....* Nice: Societé Française de Buiatrie, 2006. p.139-150
- NOURI, M.; CONSTABLE, P.D.. Comparison of two oral electrolyte solutions and route of administration on the abomasal emptying rate of Holstein-Friesian calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*.v.20, n.3, p.620-626. 2006
- PASTORET, P.P, GRIEBEL, P., BAZIN, H. et al. *Handbook of vertebrate immunology*. San Diego: Academic Press, p.673, 1998.
- PERES, J. R.. Importância do fornecimento do colostro; Colostro – quando fornecer?; Como avaliar a qualidade do colostro?, 2009. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/mn/radarestecnicos/default.asp>> Acesso em: 03/01/2009.
- PHILIPS, R.W.. Fluid therapy for diarrheic calves: what, how and much? *TheVeterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.15, n.3, p.541-561, 1985
- QUIGLEY, J.D.. New methods to measure the concentration of immunoglobulins in colostrums and plasma of newborn calves. In: *Anais do I Simposio Internacional Leite Integral*, 2011. Belo Horizonte. *Anais...* p.14-24 (Artigo Completo).
- RADOSTITS, O.M.; GAY, C.C.; HINCHCLIFF, K.W.; et al. *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. 10th edition., Philadelphia: Elsevier, 2007, p.2156.
- RIBEIRO FILHO, J.D.; BAPTISTA FILHO, L.C.F.; SILVEIRA, C.O. et al. Hidratação enteral em bovinos via sonda nasogástrica por fluxo contínuo. *Ciência Animal Brasileira*, v.11, Supl, p.24-28, 2009.
- RIGO, C. R.; FRANCO, R. M. B. Comparação entre os métodos de Ziehl-Neelsen modificado e Acid Fast-Trichrome para a pesquisa fecal de *Cryptosporidium parvum* e *Isospora belli*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Uberaba, v. 35, n. 3, 2002.
- ROSE, D.B.; POST, T.W.. *Clinical physiology of acid – base and electrolyte disorders*, 5ed., New York: Mcgraw – Hill, 2001. 992p.
- SAMPAIO, I.B.M. *Estatística Aplicada a experimentação animal*. Belo Horizonte: FEPMVZ 3^a Ed., 2010, p.264
- SEN I, CONSTABLE PD, MARSHALL TS. Effect of suckling isotonic or hypertonic solutions of sodium bicarbonaté or glucose on abomasal emptying rate in calves. *American Journal of Veterinary Research*. V.67, p.1377-1384, 2006.
- SEN, I.; ALTUNOK, V.; OK, M. et al. Efficacy of oral rehydration therapy solutions containing bicarbonaté or sodium acetaté for treatment of calves with naturally acquired diarrhea, moderaté dehydration, and strong ion acidosis. *American Journal of Veterinary Research*. v.234, n.7, p.1377-1384, 2009.
- SMITH, G. W.. Treatment of Calf Diarrhea: Oral Fluid Therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.25, n.1, p. 55-72, 2009.

SWEENEY, R.W.. Treatment of potassium balance disorders. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.15, n.3, p. 609-617, 1999.

TABACHNICK, B.; FIDELL, L. S.. *Using multivariate statistics*. 3ªed. New York: Harper Collins, 1997

TENNANT, B.; HARROLD, D.; REINAGUERRA, M.. Physiologic and metabolic factors in the pathogenesis of neonatal enteric infections in calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association.*, n.161, v.9, p.993-1007, 1972.

THORNTON, J.R.; ENGLISH, P.B. Body water of calves; changes in distribution with diarrhoea *British Veterinary Journal*, v.134, p.445-453, 1978.

TYLER, J.W.; PARISH, S.M.; BESSER, T.E. et al. Detection of low serum immunoglobulin concentrations in clinically ill calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. n. 13, p.40-43, 1999.

UENO, H.; GONÇALVES, P.C. *Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes*. 4ed. Tokio: Japan International Cooperation Agency, 1998. p.14-28.

URQUHART, G.M.; ARMOUR, J.; DUNCAN, J.L. et al. *Parasitologia Veterinária*. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p.201-202.

VIEIRA, F.A.P.. Avaliação de fontes proteicas na formulação de sucedâneos do leite para bezerros. 2005. 70f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, MG.

CAPÍTULO IV: AVALIAÇÃO DA FLUIDOTERAPIA ORAL UTILIZADOS NA PREVENÇÃO DAS ALTERAÇÕES HIDROELETROLÍTICAS E DO EQUILÍBRIO ACIDO-BASE EM BEZERRAS COM DIARREIA

1. INTRODUÇÃO

A diarreia é uma das principais enfermidades que acomete os bezerros neonatos, sendo importante causa de mortalidade (Davis e Drackley, 1998). A mortalidade nessa enfermidade está associada principalmente aos distúrbios hidroeletrólíticos e às alterações no perfil acido-base, com balanço negativo de eletrólitos e acidose metabólica (Naylor *et al.*, 2006; Freitas, 2009).

Para minimizar o impacto das diarreias nos neonatos bovinos fica evidente a necessidade de reposição de eletrólitos e da correção do equilíbrio acido-base. Portanto, o tratamento dessa enfermidade deve basear-se na hidratação, com reposição hidroeletrólítica e correção da acidose metabólica (Berchtold, 1999; Naylor, 1999).

Importante salientar que nas diarreias quanto mais cedo for adotado a fluidoterapia melhor será o prognóstico dos enfermos, evitando que apareçam sinais de desidratação nos mesmos³. Conforme detalhado no capítulo anterior, as soluções poliônicas isotônicas orais, na dose de 100 mL/kg de peso vivo, são eficazes na reposição de água perdidos nos episódios de diarreia. Em outras palavras, esta dose previne a desidratação dos animais enfermos.

Os objetivos da fluidoterapia oral são de promover a absorção de sódio e água, garantir fornecimento adequado de eletrólitos, além de reverter a acidose metabólica e restabelecer a volemia e a homeostase (Michell, 1994; Constable *et al.*, 2001; Ribeiro Filho *et al.*, 2009). A correção da acidose metabólica se baseia na adição de agentes alcalinizantes (Michell, 1994; Naylor, 1999), tais como o bicarbonato, acetato, L-lactato, propionato ou citrato (Naylor *et al.*, 2006).

Todavia, como relatado no Capítulo III, observou-se que o uso de agentes alcalinizantes, seja bicarbonato ou acetato de sódio, nas concentrações de 48-49 mEq/L, durante os três dias de patência da diarreia em bovinos neonatos,

não evita a instalação da acidemia a partir do segundo dia da enfermidade. Assim, os animais diarreicos, submetidos ao protocolo de fluidoterapia oral, desenvolvem um quadro de acidose metabólica, a partir do segundo dia de patência da enfermidade, mesmo sem sinais clínicos de desidratação.

Diante desse contexto, torna-se imperativa a avaliação de novas estratégias e posologias de na utilização de agentes alcalinizantes nas soluções orais, para prevenção da acidose metabólica nos bovinos neonatos com diarreia naturalmente adquirida, uma vez que é considerada um dos principais distúrbios decorrentes desta enfermidade.

Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar diferentes protocolos de fluidoterapia oral no controle da acidose metabólica de bezerras neonatas, acometidas com casos naturais de diarreia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal, sob número de protocolo CETEA-UFMG 145/2006 e pela Comissão de Ética no Uso de Animais, sob número de protocolo CEUA-UFMG 173/2012.

Delineamento experimental

O experimento foi executado em uma propriedade particular, localizada no município de Inhaúma, na região metropolitana de Belo Horizonte - MG. O clima predominante é o tropical de altitude, caracterizado por verões quentes e chuvosos e invernos secos. O período experimental foi de 3 a 26 de dezembro, de 2011. Durante os 24 dias em experimento a temperatura média variou de 22 a 29°C e a precipitação pluviométrica foi de 310 mm.

As vacas periparturientes eram alojadas em piquetes matérnidade, sendo constantemente monitoradas por funcionários. Após o parto, os neonatos recebiam os primeiros cuidados, como limpeza das vias aéreas anteriores e antisepsia do coto umbilical com solução de iodo à 10%. Em seguida, eram transferidos para baias, onde era realizada a administração do colostro.

A colostragem dos animais era realizada em duas etapas, com o uso do banco de colostro

³Carvalho e Facury Filho, 2012, Escola de Veterinária - UFMG

da fazenda. Todo o colostro, antes do processo de congelamento, era classificado de acordo com a densidade específica: em alta, média ou baixa qualidade, com o uso do colostrômetro. Na primeira etapa, os animais recebiam de dois a quatro litros de colostro de alta qualidade, em até duas horas após o parto. Normalmente, os animais consumiam os quatro litros oferecidos, entretanto, os animais que não ingeriam o colostro espontaneamente eram colostrados com a utilização de uma sonda oro-esofágica. Na segunda etapa, os animais recebiam o repasse com até quatro litros de colostro de média qualidade, até 12 horas após o parto.

Os animais permaneciam nas baias durante as primeiras 24 horas de vida e posteriormente, eram encaminhados para o bezerreiro.

Os bezerros eram alojados em casinhas individuais (1,10 x 1,22 x 1,50m) do tipo tropical, alocados sobre piso de areia e distantes uma das outras em 3,5 m. Diariamente, realizava-se a limpeza, com reposição das camas de acordo com a avaliação do funcionário. O aleitamento era realizado com oito litros de leite sendo, quatro litros às nove horas e mais quatro litros às quinze horas. Para alimentação dos neonatos eram utilizados o leite de transição e o

leite oriundo de vacas que estavam em tratamento das mamites.

A água era fornecida *ad libitum* em bacias plásticas com capacidade de quatro litros até os animais completarem 20 dias de vida. Após esse período, utilizava-se baldes plásticos com capacidade de 20L. A dieta sólida consistia-se de concentrado farelado, misturado na propriedade, sendo fornecida ao neonato, *ad libitum*, a partir do terceiro dia de vida.

Para a realização do experimento, foram utilizadas 18 bezerras da raça Holandesa, divididas em três grupos, que foram submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral com soluções hidroeletrólíticas poliônicas isotônica, durante o período de patência de casos naturais de diarreia. Os animais foram distribuídos aleatoriamente, nos três grupos experimentais, cada grupo com seis animais, recebendo os tratamentos a seguir especificados, nas Tabelas 01 e 02. As soluções poliônicas foram administradas, por meio de sonda oro-esofágica, na dose de 100mL/ kg por dia, duas vezes ao dia (50 mL/ kg às 6:00 horas e 50 mL/ kg às 18:00 horas) para os grupos GA e GC e quatro vezes ao dia (25 mL/ kg às 6:00 horas, 25 mL/ kg às 12:00 horas, 25 mL/ kg às 18:00 horas e 25 mL/ kg às 24:00 horas) para o grupo GB.

Tabela 01: Tratamentos dos grupos experimentais (soluções poliônicas orais, número de animais, volume, protocolos e tempo de administração das soluções) durante o período de patência das diarreias naturalmente adquiridas.

Grupo	Solução poliônica oral	Animais	Volume/ dia	Tratamentos	
				Frequência de administração/dia	Duração
A	Solução poliônica isotônica	6	100ml/kg pv	2 (6 e 18 h)	5 dias
B	Solução poliônica isotônica	6	100ml/kg pv	4 (6, 12, 18 e 24 h)	5 dias
C	Solução UFMG	6	100ml/kg pv	2 (6 e 18 h)	5 dias

Tabela 02: Composição das soluções poliônicas, em 1L de água, utilizadas na prevenção das alterações hidroeletrólíticas e acido-base de bezerras com diarreia naturalmente adquiridas.

Grupo	Composição mMol/ L	Osmolalidade
Grupos GA e GB: Solução poliônica isotônica	Sódio	133
	Cloro	99
	Potássio	14
	Acetato de sódio	49
	Glicose	110
Grupo GC: Solução UFMG	Sódio	183
	Cloro	99
	Potássio	14
	Acetato de sódio	49
	Bicarbonato de sódio	48
	Glicose	110

Para compor as difentes soluções poliônicas orais, foram utilizadas o cloreto de sódio, cloreto de potássio, bicarbonato de sódio e acetato triidratado de sódio, adquirido em loja de produtos químicos (SULFAL® Química Ltda) e glicose em pó (MOR REX 1940®).

Coleta de dados

Diariamente realizava-se a inspeção dos animais no bezerreiro para identificação de novos casos de diarreia e inclusão de bezerras ao experimento. As coletas iniciavam-se de acordo com a ocorrência natural dos episódios de diarreia em cada uma das bezerras e foram realizadas de acordo com o delineamento experimental como descrito a seguir, noTabela 03.

Os protocolos de administração da fluidoterapia oral e as coletas para realização da

hemogasometria foram efetuadas do primeiro ao quinto dia de patência da diarreia.

As coletas de sangue para hemogasometria eram realizadas por meio de punção da veia jugular, seguindo as instruções de Lisbôa et al. (2002), modificada, com uma seringa estéril de três mL sem anticoagulante e agulha estéril 25x7 mm. A urina foi coletada por meio de estimulação manual na região vulvar.

Também foram coletadas amostras de sangue venoso por meio de venopunção da jugular, utilizando o sistema de coleta a vácuo (Vacuntainer® - Becton Dickinson) com tubos contendo e não contendo EDTA, em todos os dias no período experimental. As amostras foram centrifugas para extração do plasma e soro e, em seguida, aliquotadas em ependorfes de 0,5 e 1,5 mL e armazenadas em freezer, a -20°C, para posterior determinação dos valores de β -hidroxibutirato (β OHB) e ácidos graxos não esterificados (NEFA).

Tabela 03Esquema de fluidoterapia oral com soluções poliônicas e momentos das coletas de sangue (para análise do perfil eletrolítico e acido-base) e urina (determinação da densidade específica e pH), à partir da identificação dos episódios de diarreia e durante os cinco primeiros dias de patência da diarreia naturalmente adquirida

Dia	Momentos	Hora	Coletas Grupos	Fluidoterapia Grupos	
1º dia em diarreia	1	06:00	GA, GB e GC	GA, GB e GC	
		12:00		GB	
		18:00		GA, GB e GC	
2º dia em diarreia	2	22:00	GA, GB e GC	GA, GB e GC	
		24:00		GB	
		3		06:00	GA, GB e GC
2º dia em diarreia	4	12:00	GA, GB e GC	GB	
		18:00		GA, GB e GC	
		24:00		GB	
3º dia em diarreia	5	06:00	GA, GB e GC	GA, GB e GC	
		12:00		GB	
		18:00		GA, GB e GC	
		22:00		GA, GB e GC	
3º dia em diarreia	8	24:00	GA, GB e GC	GB	
		9		06:00	GA, GB e GC
		12:00		GB	
		18:00		GA, GB e GC	
4º dia em diarreia	10	22:00	GA, GB e GC	GA, GB e GC	
		24:00		GB	
		11		06:00	GA, GB e GC
5º dia em diarreia	12	12:00	GA, GB e GC	GB	
		18:00		GA, GB e GC	
		22:00		GA, GB e GC	
		24:00		GB	

Análises laboratoriais

As análises do pH, PCO₂, TCO₂, bicarbonato, excesso de bases, diferença aniônica e das concentrações de sódio, potássio, cloreto,

glicose, nitrogênio uréico sanguíneo e hemoglobina foram realizadas imediatamente após a coleta das amostras de sangue, no analisador clínico portátil (i-STAT®Co. – Abbott Laboratories - EUA), com utilização de

cartuchos (Ec8+® i-STAT®Co. – Abbott Laboratories - EUA). A densidade urinária era avaliada com a utilização de um refratômetro (ZGRS-10ATC Illumination Refractometer® - Sino Science & Techonlogy Co., Ltd) e o pH por meio de um potenciômetro digital (pHmetro Portatil Digital Compensação Automática – Lutron®), imediatamente após a coleta.

As alíquotas de plasma e soro foram utilizadas para a determinação do β OHB e NEFA no Laboratório de Patologia Clínica da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram processadas no analisador automático (Cobas Mira Plus®), utilizando kits comerciais (RANDOX Laboratories®).

A osmolalidade (Osm) foi calculada a partir da seguinte fórmula (Radostitis et al., 2007):

$$\text{Osm} = 1,86([\text{Na}^+] + [\text{K}^+]) + \frac{\text{Glicose}}{18} + \frac{\text{BUN}}{2,8} + 8,6$$

Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas, três grupos nas parcelas e osmometros nas subparcelas, com seis repetições para os grupos GA, GB e GC. A análise de variância foi utilizada considerando-se a ocorrência dos erros (a) e (b), referentes respectivamente às parcelas e subparcelas. A diferença mínima significativa das médias foi calculada a partir da variância do erro (a) para a comparação dos grupos (parcelas) e da variância do erro (b) para a comparação dos tempos (subparcelas) dentro de cada grupo.

Para avaliar os resultados obtidos no presente experimento, foram realizadas duas análises de variância. A primeira análise compreendeu os cinco dias do período de patência de diarreia das bezerras nos horários 6:00 e 22:00 horas, representando os momentos 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12. A outra análise compreendeu o terceiro dia de patência da diarreia, nos horários 6:00, 12:00, 18:00 e 22:00 horas, representado os momentos 5, 6, 7 e 8.

Para realização dos testes e modelos estatísticos as variáveis foram testadas para homogeneidade nas variâncias, a normalidade dos resíduos e a linearidade (Tabachnick e Fidell, 1996).

Os testes estatísticos para a comparação das médias foram o *t* de Student nas parcelas (grupos) e o *Student-Newman-Keuls* (SNK) nas subparcelas com significância de 95% ($p < 0,05$) (Sampaio, 2010). As variáveis submetidas às análises de variância foram: Na^+ (sódio), K^+ (potássio), HCO_3^- (íon bicarbonato), TCO_2 (CO_2 total), PCO_2 (Pressão parcial de CO_2), pH sanguíneo, EB (excesso de base), Gli (glicose) e Lactato. As demais variáveis não foram submetidas a análise de variância pois houve parcelas perdidas, sendo estas analisadas somente pela análise de regressão.

Para realização das análises, foi utilizado o STATA 12.0 (STATA® Data Analysis and Statistical Software), e para a confecções dos gráficos, foi utilizado o Excel, Microsoft Office 2010 (Microsoft®).

Todas as variáveis foram submetidas à análise de regressão, e os modelos estão descritos para cada uma na tabela abaixo (Tabela 04):

Tabela 04: Modelos de análises de regressão polinomial utilizados para a avaliação das variáveis do perfil sérico iônico, bioquímico, gasométrico, no sangue venoso, pH urinário das bezerras com diarreia naturalmente adquiridas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral com soluções poliônicas.

Variáveis analisadas	Comparação entre os grupos	Modelos utilizados
Sódio (Na ⁺)	GA x GB	Regressão quadrática sem diferença entre os grupos
	GA x GC	
	GB x GC	
Potássio (K ⁺)	GA x GB	Regressão linear com diferença entre os grupos
	GA x GC	
	GB x GC	
Cloro (Cl ⁻)	GA x GB	Regressão quadrática com diferença entre os grupos
	GA x GC	
	GB x GC	
Ion bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	GA x GB	Regressão linear sem diferença entre os grupos
	GA x GC	Regressão linear com diferença entre os grupos
	GB x GC	Regressão linear com diferença entre os grupos
Pressão de CO ₂ (PCO ₂)	GA x GB	Regressão linear sem diferença entre os grupos
	GA x GC	Regressão linear com diferença entre os grupos
	GB x GC	Regressão linear com diferença entre os grupos
CO ₂ total (TCO ₂)	GA x GB	Regressão linear sem diferença entre os grupos
	GA x GC	Regressão linear com diferença entre os grupos
	GB x GC	Regressão linear com diferença entre os grupos
pH	GA x GB	Regressão linear sem diferença entre os grupos
	GA x GC	Regressão linear com diferença entre os grupos
	GB x GC	Regressão linear com diferença entre os grupos
Excesso de base (EB)	GA x GB	Regressão linear sem diferença entre os grupos
	GA x GC	Regressão linear com diferença entre os grupos
	GB x GC	Regressão linear com diferença entre os grupos
Janela iônica (AG)	GA x GB	Regressão linear sem diferença entre os grupos
	GA x GC	Regressão linear com diferença entre os grupos
	GB x GC	Regressão linear com diferença entre os grupos
Osmolalidade	GA x GB	Regressão linear sem diferença entre os grupos
	GA x GC	Regressão linear com diferença entre os grupos
	GB x GC	Regressão linear com diferença entre os grupos
pH urinário (pHu)	GA x GB	Regressão linear sem diferença entre os grupos
	GA x GC	Regressão linear com diferença entre os grupos
	GB x GC	Regressão linear com diferença entre os grupos
Lactato	GA x GB	Regressão linear com diferença entre os grupos
	GA x GC	
	GB x GC	

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para as variáveis estudadas, durante o período experimental, são apresentados através de médias e equações de regressão e expostos na forma de tabelas e gráficos.

Aspectos do Estado Geral dos Animais

Os achados relevantes ao manejo dos neonatos, início dos episódios de diarreia e sinais clínicos dos enfermos, obtidos nesse experimento, são similares aos resultados descritos no Capítulo III. Portanto, nenhuma bezerra apresentou falha de transferência da imunidade passiva, 100% dos animais apresentaram quadros de diarreia, com fezes pastosas a liquefeitas, sinais leves de desidratação e, em alguns casos, fezes com presença de sangue e muco.

As 18 bezerras utilizadas no experimento apresentaram valores de proteína plasmática total, às 48 horas de vida, superiores a 6,4 mg/dL, apresentado, portanto, adequada transferência da imunidade passiva (Feitosa *et al.*, 2001).

Os primeiros episódios de diarreia ocorreram entre o sexto e nono dia de vida das bezerras, com maior frequência no oitavo dia representando 50% dos animais. Durante todo o período experimental, os 18 animais receberam como tratamento somente a fluidoterapia na dose de 100 mL/kg de peso vivo, não houve a utilização de medicamentos como antimicrobianos ou antiinflamatórios.

Os sintomas mais observados nos animais diarréicos foram fezes semi-liquefeitas a liquefeitas e em 22,2% das bezerras foi possível observar nas fezes a presença de estrias de sangue e quantidades variadas de muco (GA: 1 animal; GB: 2 animais; GC: 1 animal). Independente dos protocolos adotados na

fluidoterapia oral, não houve alteração na consistência das fezes nem no período de patência da diarreia.

Foram observados, também, que 27,8% das bezerras dos três grupos (GA: 3 animais; GB: 1 animal; GC: 1 animal), apresentaram sinais leves de desidratação, apatia e redução do apetite. Os sinais de depressão foram mais observados principalmente a partir da manhã do segundo dia de patência da diarreia para os grupos GA e GB e na manhã do quarto dia para a bezerra do grupo GC.

Durante a administração das soluções poliônicas, nos três grupos, não foram observados sinais de desconforto com a passagem da sonda oro-esofágica, o que refletiu no comportamento dos animais, que com contenção moderada permaneciam quietos até o fim do procedimento, que durava aproximadamente um minuto. Após a administração do volume da solução, 50mL /kg de peso vivo, por vez, nos animais dos grupos GA e GC e 25mL/ kg de peso vivo, por vez, nos animais do grupo GB em nenhuma das bezerras foram observados sinais de desconforto em virtude do volume de líquido administrado.

Avaliação dos protocolos de administração das soluções poliônicas orais

A análise do perfil sérico dos eletrólitos e dos parâmetros gasométricos entre os grupos submetidos aos diferentes protocolos de fluidoterapia oral demonstrou que houve diferença entre os tratamentos administrados.

De uma forma geral, as bezerras dos grupos GA e GB (hidratadas com solução poliônica isotônica), independentemente do protocolo de administração da fluidoterapia, apresentaram comportamento dos perfis hidroeletrólítico e acido-base semelhantes, entretanto esses perfis, foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) do grupo GC (hidratados com solução poliônica UFMG).

Os episódios de diarreia causam um desequilíbrio eletrólítico, alterações no equilíbrio acido-base e balanço energético negativo (Michell, 1983; Michell, 1994; Naylor, 1999), e com a evolução da enfermidade há o agravamento da desidratação, da depressão e da acidose metabólica com redução da glicemia (Freitas, 2009).

Segundo Ribeiro Filho *et al.* (2009) o uso da fluidoterapia oral tem como objetivo promover a absorção de sódio e água, garantir o fornecimento adequado de eletrólitos, reverter a acidose e ainda fornecer energia para os ciclos

metabólicos, e dessa forma restabelecer a volemia e a homeostase.

Entretanto, como foi descrito no Capítulo III, com a utilização das soluções poliônicas orais, com agentes alcalinizantes (bicarbonato de sódio/ acetato de sódio) nas concentrações de 48-49 mEq/ L, a partir do segundo dia de diarreia não é possível manter o pH sanguíneo em valores fisiológicos. Todos animais que receberam o tratamento fluidoterápico duas vezes ao dia, via oral, na dose de 100mL/ kg de peso vivo, mantiveram-se hidratados porém apresentaram algum grau de acidemia. Portanto, o caráter evolutivo das diarreias, com agravamento dos distúrbios hidroeletrólíticos e acido-base em função do período de patência influenciam negativamente o prognóstico dos bezerros com diarreia naturalmente adquirida.

O perfil hidroeletrólítico e acido-base de bezerros neonatos acometidos com diarreia, sem tratamento com fluidoterapia, demonstra que o terceiro dia é determinante para o enfermo. A partir desse ponto ou há adaptação e melhora progressiva do animal, ou então, há aumento da desidratação, da acidemia e evolução para o óbito (Freitas, 2009). Por este motivo, nesse experimento, no terceiro dia de patência das diarreias houve quatro coletas para avaliar o perfil hidroeletrólítico e acido-base dos enfermos.

Perfil hemogasométrico

O perfil hemogasométrico dos neonatos com diarreia, submetidos aos protocolos de hidratação oral com solução poliônica isotônica, administrada duas vezes ao dia (GA) ou quatro vezes ao dia (GB) pode ser descrito com redução dos valores de pH sanguíneo associadas, também, à diminuição dos valores de TCO_2 , HCO_3^- e de PCO_2 , caracterizando a acidose metabólica.

Já os animais submetidos ao protocolo de hidratação oral com a solução poliônica UFMG contendo como solução alcalinizante bicarbonato mais acetato de sódio (GC), semelhantes às bezerras dos grupos GA e GB, apresentaram redução nas concentrações de TCO_2 , HCO_3^- e de PCO_2 , entretanto esta depleção, de modo geral, não foi suficiente para causar uma acidemia. Em outras palavras, o tratamento utilizado no grupo GC foi eficaz na prevenção das alterações no equilíbrio acido-base evitando a instalação da acidose metabólica nas bezerras diarreicas e mantendo o pH sanguíneo dos animais tratados dentro ou acima

dos valores fisiológicos determinados por Freitas (2009).

Nas Tabelas 05 e 06 estão apresentados os valores médios dos parâmetros hemogasométricos, nos diferentes momentos, para os três grupos: o Grupo A, hidratado com solução poliônica 1 (com agente alcalinizante:

Acetato/ administrado duas vezes em 24 horas), Grupo B hidratado com solução poliônica 1 (com agente alcalinizante: Acetato/ administrado quatro vezes em 24 horas) e o Grupo C, hidratado com solução poliônica UFMG (com agente alcalinizante: Acetato e Bicarbonato/ administrado duas vezes em 24 horas).

Tabela 05: Valores médios e respectivos desvio padrões das concentrações do HCO_3^- (mEq/L) e do comportamento dos parâmetros hemogasométricos pH, CO_2 total (TCO_2), pressão parcial de CO_2 (PCO_2), excesso de base (EB), janelas aniônica (AG) e lactato sérico (Lac) de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia - GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas) e o Total durante os cinco primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência

Escala em horas	Momentos/ Hora										Valores de referência Freitas, 2009
	1º dia de diarreia		2º dia de diarreia		3º dia de diarreia		4º dia de diarreia		5º dia de diarreia		
	M1 6:00h	M2 18:00h	M3 06:00h	M4 18:00h	M5 06:00h	M8 22:00h	M9 6:00h	M10 18:00h	M11 6:00h	M12 18:00h	
Grupos	0	16	25	41	50	66	75	91	100	116	
GA- HCO_3^-	30,6±2,0	30,1±2,9	26,9±2,5	28,9±1,5	24,3±1,1	25,5±2,9	21,6±1,5	24,2±3,1	22,5±3,2	25,2±2,4	
GB- HCO_3^-	29,0±2,7	29,1±3,3	25,1±1,9	27,2±2,9	25,0±2,8	25,6±4,1	23,3±4,0	23,5±4,4	21,3±3,3	24,9±4,5	
HCO_3^- Total (GA e GB)	29,78±2 ^{Ab}	29,59±2 ^{Ab}	25,98±2 ^{Bb}	28,04±2 ^{ABb}	24,63±2 ^{Bb}	25,52±2 ^{Bb}	22,47±2 ^{Bb}	23,87±2 ^{Bb}	21,93±2 ^{Bb}	25,08±2 ^{Bb}	29,55 – 30,6
GC - HCO_3^-	31,0±4,2 ^{Ba}	36,4±2,9 ^{ABa}	30,3±2,0 ^{Ba}	35,4±3,3 ^{ABa}	29,6±3,2 ^{Ba}	33,7±3,1 ^{ABa}	27,3±2,4 ^{Ca}	31,8±2,8 ^{Ba}	25,1±3,0 ^{Ca}	30,2±3,5 ^{Ba}	
GA- pH sanguíneo	7,400±0,022	7,386±0,032	7,360±0,032	7,363±0,027	7,334±0,029	7,342±0,034	7,308±0,028	7,344±0,019	7,300±0,050	7,355±0,030	
GB- pH sanguíneo	7,392±0,031	7,379±0,042	7,346±0,021	7,378±0,036	7,359±0,026	7,353	7,323±0,056	7,311±0,043	7,309±0,034	7,348±0,039	
pH Total (GA e GB)	7,396±0,025 ^{ABb}	7,382±0,035 ^{ABb}	7,353±0,026 ^{ABb}	7,371±0,03 ^{ABb}	7,347±0,028 ^{Bb}	7,347±0,048 ^{Bb}	7,315±0,041 ^{Bb}	7,327±0,034 ^{Bb}	7,304±0,039 ^{Bb}	7,352±0,032 ^{Bb}	7,399 -7,42
GC - pH sanguíneo	7,410±0,028 ^{Ba}	7,453±0,040 ^{ABa}	7,414±0,052 ^{Ba}	7,429±0,051 ^{ABa}	7,410±0,032 ^{Ba}	7,456±0,066 ^{ABa}	7,399±0,017 ^{Ba}	7,446±0,028 ^{ABa}	7,366±0,049 ^{Ba}	7,433±0,025 ^{ABa}	
GA- TCO_2	32,0±2,1	31,8±2,9	28,2±2,4	30,3±1,6	25,7±1,2	26,8±3,1	23,0±1,5	27,0±1,1	24,0±3,2	26,5±2,6	
GB- TCO_2	30,5±2,4	30,3±3,4	26,5±2,1	28,7±2,9	26,3±2,7	27,0±4,4	24,8±4,0	24,8±4,7	22,7±3,3	26,2±4,8	
TCO_2 Total (GA e GB)	31,3±2,2 ^{ABb}	31,1±2,98 ^{ABb}	27,3±2,21 ^{ABb}	29,5±2,33 ^{ABb}	26,0±1,91 ^{Bb}	26,9±3,48 ^{ABb}	23,9±2,9 ^{Bb}	25,9±3,3 ^{Bb}	23,3±3,01 ^{Bb}	26,3±3,52 ^{Bb}	30,9 – 32,02
GC - TCO_2	32,5±4,3 ^{Aa}	37,8±2,9 ^{Aa}	31,7±2,2 ^{Aa}	37,0±3,3 ^{Aa}	31,2±3,2 ^{Aa}	35,2±3,1 ^{Aa}	28,7±2,3 ^{ABa}	33,0±2,8 ^{Aa}	26,3±3,0 ^{Ba}	31,5±3,6 ^{Aa}	
GA- PCO_2	49,3±3,8	50,0±2,4	47,4±1,8	50,7±3,2	45,7±2,8	46,9±4,1	43,1±2,5	46,2±1,9	45,5±2,4	45,0±3,2	
GB- PCO_2	47,6±2,6	49,1±1,6	45,8±2,1	46,0±2,4	44,1±2,5	45,8±5,0	44,5±2,6	46,1±5,1	42,2±4,5	45,0±4,5	
GC - PCO_2	48,7±5,4	52,1±4,5	46,7±2,4	53,3±3,8	46,5±3,4	47,9±4,2	44,2±3,7	46,1±2,1	43,7±2,7	45,0±3,4	46,09 – 48,25
PCO_2 Total (GA, GB e GC)	48,5±3,91 ^{AB}	50,4±3,16 ^{AB}	46,6±2,09 ^B	50,0±4,31 ^{AB}	45,4±2,92 ^B	46,9±4,25 ^B	43,9±2,88 ^B	46,1±3,2 ^B	43,8±3,4 ^B	45,0±3,53 ^B	
GA- EB	6,00±2,10	5,00±3,58	1,33±3,08	3,17±1,83	-1,50±1,38	-0,50±3,15	-4,83±1,94	-1,83±3,66	-3,83±3,71	-0,50±2,74	
GB- EB	4,0±3,2	4,0±4,1	-0,5±2,3	2,0±3,4	-0,7±3,1	0,0±5,1	-2,7±4,7	-2,5±5,2	-4,8±3,9	-0,5±5,1	
EB Total (GA e GB)	5,00±2,65 ^{ABb}	4,50±3,57 ^{ABb}	0,42±2,66 ^{ABb}	2,58±2,56 ^{ABb}	-1,08±1,96 ^{Bb}	-0,25±3,24 ^{Bb}	-3,75±2,88 ^{Bb}	-2,17±3,49 ^{Bb}	-4,33±3,02 ^{Bb}	-0,50±3,3 ^{Bb}	4,84 – 6,08
GC - EB	6,33±4,7 ^{Ba}	12,17±3,2 ^{Aa}	5,83±2,7 ^{Ba}	11,00±4,2 ^{Aa}	4,83±3,7 ^{Ba}	9,67±3,5 ^{ABa}	2,33±2,7 ^{Ca}	7,83±3,1 ^{Ba}	0,00±3,9 ^{Ca}	6,00±3,9 ^{Ba}	

Médias seguidas por letras maiúsculas, nas linhas, distintas diferem significativamente pelo teste SNK para $p < 0,05$.

Médias seguidas por letras minúsculas, nas colunas, distintas diferem significativamente pelo teste T de Student para $p < 0,05$.

Tabela 05 (continuação): Valores médios e respectivos desvio padrões das concentrações do HCO_3^- (mE/L) e do comportamento dos parâmetros hemogasométricos pH, CO_2 total (TCO_2), pressão parcial de CO_2 (PCO_2), excesso de base (EB), janelas aniônica (AG) e lactato sérico (Lac) de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia - GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas) e o Total durante os cinco primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência

Escala em horas	Momentos/ Hora										Valores de referência Freitas, 2009
	1º dia de diarreia		2º dia de diarreia		3º dia de diarreia		4º dia de diarreia		5º dia de diarreia		
	M1 6:00h	M2 18:00h	M3 06:00h	M4 18:00h	M5 06:00h	M8 22:00h	M9 6:00h	M10 18:00h	M11 6:00h	M12 18:00h	
Grupos	0	16	25	41	50	66	75	91	100	116	
GA- AG	12,8±0,8	13,3±0,5	14,3±0,8	13,3±1,0	14,5±0,8	12,8±0,8	13,3±0,5	14,3±0,8	13,3±1,0	14,5±0,8	
GB – AG	12,8±1,5	12,5±2,1	13,7±1,0	12,7±0,8	14,2±1,2	12,8±1,5	12,5±2,1	13,7±1,0	12,7±0,8	14,2±1,2	11,79 – 12,94
GC - AG	11,7±1,2	12,8±2,2	13,8±1,6	12,7±2,2	13,5±2,9	11,7±1,2	12,8±2,2	13,8±1,6	12,7±2,2	13,5±2,9	
GA- Lac	3,4±0,3	2,9±0,5	3,1±0,7	2,8±0,7	3,1±0,4	2,5±0,5	3,1±0,6	2,7±0,5	2,3±0,4	2,8±0,6	
GB – Lac	3,5±0,6	3,7±1,4	3,1±0,4	2,9±0,2	3,0±0,4	3,0±0,5	3,3±0,6	3,2±0,8	3,2±0,6	2,7±0,4	
GC - Lac	3,8±0,8	3,2±1,0	3,1±1,2	2,8±1,1	3,0±0,8	3,2±0,5	3,0±0,7	3,2±1,2	3,1±0,7	2,9±0,6	1,72 – 2,1
Lac - Total (GA, GB e GC)	3,27±1,06 ^A	3,11±0,78 ^A	2,84±0,73 ^A	3,02±0,54 ^A	2,91±0,55 ^A	2,89±0,7 ^A	2,81±0,53 ^A	2,69±0,6 ^A	2,63±0,66 ^A	2,64±0,61 ^A	

Médias seguidas por letras maiúsculas, nas linhas, distintas diferem significativamente pelo teste SNK para $p < 0,05$.

Médias seguidas por letras minúsculas, nas colunas, distintas diferem significativamente pelo teste T de *Student* para $p < 0,05$

Tabela 06: Valores médios e respectivos desvio padrões das concentrações do HCO_3^- (mE/L) e do comportamento dos parâmetros hemogasométricos (pH, CO_2 total (TCO_2), excesso de base (EB), janela aniônica (AG) e pressão parcial de CO_2 (PCO_2) de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia - GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas) e o Total durante o terceiro dia de patência das diarreias e valores de referência.

Escala em horas	Momentos/ Hora				Valores do IC Freitas, 2009
	3º dia de diarreia				
Grupo	M5 6:00h	M6 12:00h	M7 18:00h	M8 22:00h	
	50	56	62	66	
GA- HCO_3^-	24,3±1,1	26,5±2,5	24,4±3,8	25,5±2,9	
GB- HCO_3^-	25,0±2,8	26,8±2,0	27,0±3,6	25,6±4,1	
HCO_3^- - Total (GA e GB)	24,65±1,96 ^{Cb}	26,7±2,07 ^{Ab}	25,69±3,65 ^{Ab}	25,57±3,24 ^{Bb}	29,55 – 30,6
GC - HCO_3^-	29,6±3,2 ^{Bb}	33,5±2,3 ^{Ab}	31,7±3,0 ^{Bb}	33,7±3,1 ^{Ab}	
GA- pH	7,334±0,029	7,371±0,023	7,355±0,046	7,342±0,034	
GB- pH	7,359±0,026	7,391±0,019	7,400±0,049	7,353±0,066	
pH - Total (GA e GB)	7,353±0,028 ^{Bb}	7,382±0,022 ^{ABb}	7,371±0,049 ^{Bb}	7,396±0,048 ^{Ab}	7,399 - 7,42
GC - pH	7,410±0,032 ^{Ba}	7,453±0,018 ^{Aa}	7,414±0,032 ^{Ba}	7,429±0,021 ^{Ba}	
GA- TCO_2	25,7±1,2	27,8±2,5	25,5±3,8	26,8±3,1	
GB- TCO_2	26,3±2,7	28,2±1,9	28,3±3,7	27,0±4,4	
TCO_2 - Total (GA e GB)	26±1,91 ^{Cb}	28±2,04 ^{Ab}	26,9±3,68 ^{Bb}	26,9±3,48 ^{Bb}	30,9 – 32,02
GC - TCO_2	31,7±3,2 ^{Ba}	37±2,5 ^{Aa}	32,5±3,2 ^{Ba}	37,8±3,1 ^{Aa}	
GA- PCO_2	45,7±2,8	45,7±3,6	43,4±3,8	46,9±4,1	
GB- PCO_2	44,1±2,5	44,1±2,0	43,3±2,2	45,8±5,0	
GC - PCO_2	46,5±3,4	46,2±3,0	46,2±3,8	47,9±4,2	46,09 – 48,25
PCO_2 - Total (GA, GB e GC)	45,4±2,92 ^{AB}	45,3±2,92 ^{AB}	44,3±3,41 ^B	46,9±4,25 ^A	
GA- EB	-1,50±1,38	1,17±2,56	-1,17±4,22	-0,50±3,15	
GB- EB	-0,7±3,1	1,8±2,4	2,3±4,1	0,0±5,1	
EB - Total (GA e GB)	-1,1±2,25 ^{Cb}	1,485±2,29 ^{Ab}	0,565±4,19 ^{Ab}	-0,25±3,88 ^{Bb}	4,84 – 6,08
GC - EB	4,8±3,7 ^{Ba}	9,8±2,4 ^{Aa}	7,5±3,4 ^{Ba}	9,7±3,5 ^{Aa}	
GA- AG	14,5±0,8	14,3±1,0	14,0±0,9	13,8±1,2	
GB - AG	14,2±1,2	14,3±1,0	13,0±1,7	14,0±1,4	11,79 – 12,94-
GC - AG	13,5±2,9	13,5±1,9	13,5±2,1	13,3±1,5	
GA- Lac	2,5±0,5	3,1±0,6	2,7±0,5	2,3±0,4	
GB - Lac	3,0±0,5	3,3±0,6	3,2±0,8	3,2±0,6	
GC - Lac	3,2±0,5	3,0±0,7	3,2±1,2	3,1±0,7	1,72 – 2,1
Lac - Total (GA, GB e GC)	2,90±0,55 ^A	3,13±0,62 ^A	3,03±0,87 ^A	2,87±0,7 ^A	

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas linhas, e minúsculas nas colunas diferem significativamente pelo teste teste T de Student para $p < 0,05$

Os valores de pH sanguíneo das bezerras submetidas aos diferentes protocolos de fluidoterapia oral estão representados nos Gráficos 01 e 02. O Gráfico 03 ilustra o

comportamento do pH sanguíneo em função do tempo de bezerras submetidas à fluidoterapia e foi determinado por derivação da equação linear.

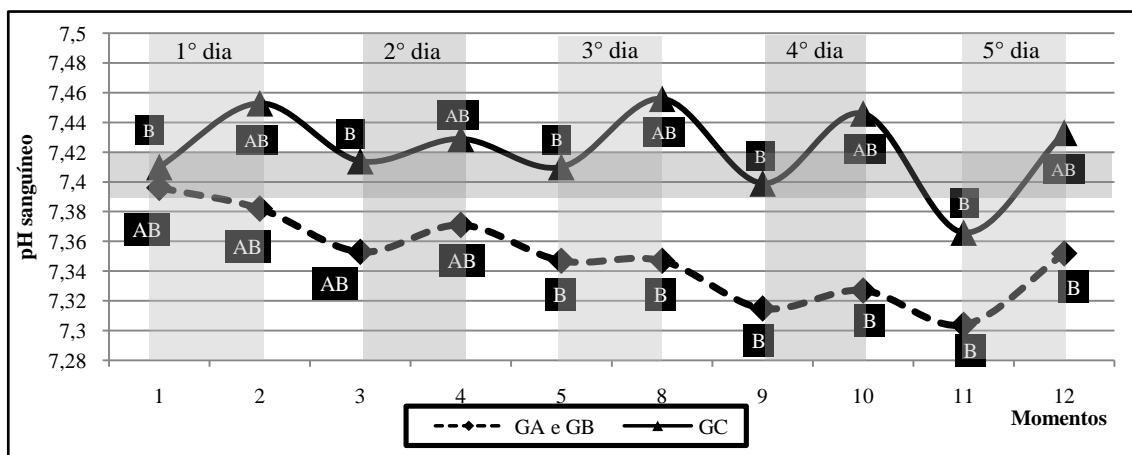


Gráfico 01: Comportamento do pH sanguíneo de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante os cinco primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

*Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre se pelo teste de SNK, $p < 0,05$.

** Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

*** Áreas hachuradas na vertical representam os diferentes dias das coletas durante o período de patência da diarreia

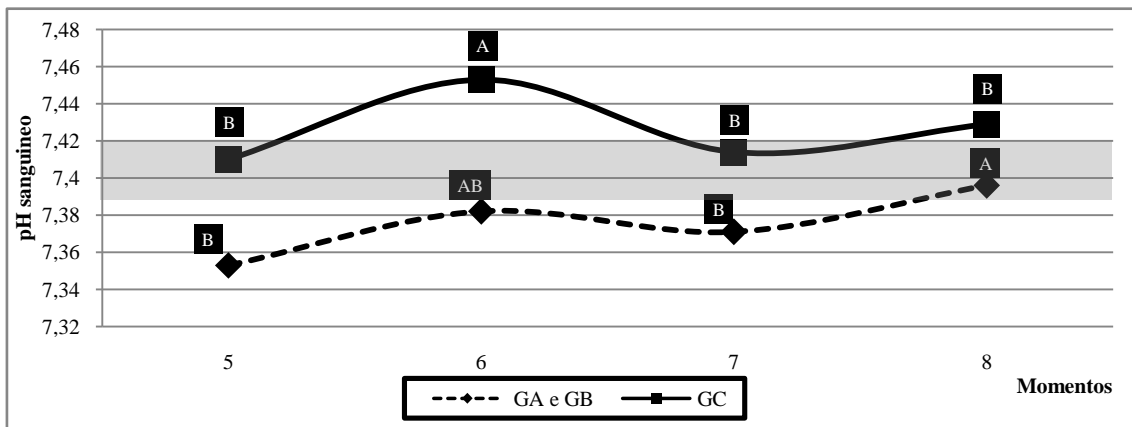


Gráfico 02: Comportamento do pH sanguíneo de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante o terceiro dia de diarreia naturalmente adquiridas

*Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre se pelo teste de T de Student, $p < 0,05$.

**Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

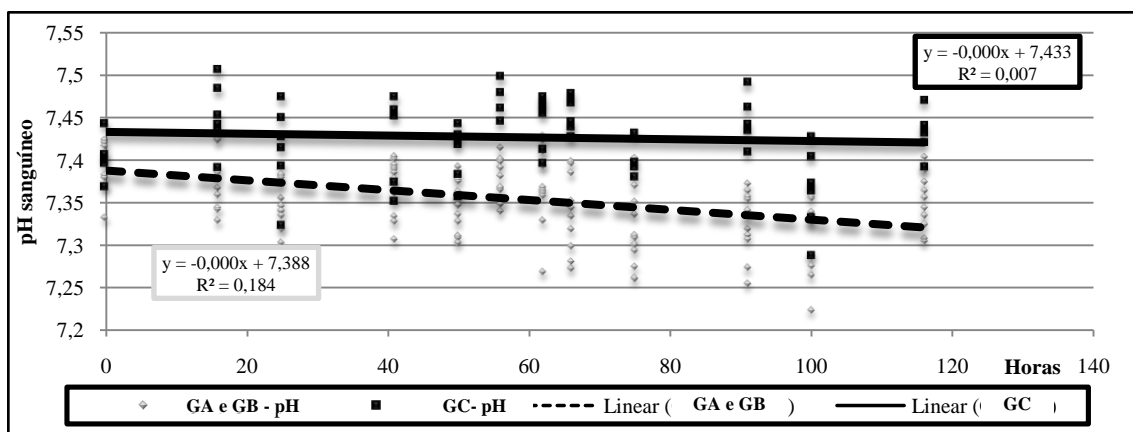


Gráfico 03: Regressão linear do comportamento do pH sanguíneo de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência

Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre os grupos GA e GB, dessa forma, os animais de ambos os grupos foram analisados como se fosse um único grupo, sendo que esse padrão de comportamento também foi observado nas variáveis HCO_3^- , TCO_2 , EB e AGap. Entretanto, os grupos GA e GB apresentaram diferenças estatísticas ($p < 0,05$), para as variáveis supracitadas, quando comparados com o GC.

Independente dos protocolos administrados nos grupos GA e GB, os animais que foram hidratados com a solução poliônica 1, semelhante ao descrito no Capítulo III, a partir do segundo dia de patência da diarreia apresentaram sinais de acidose metabólica, mesmo quando esta solução foi administrada quatro vezes ao dia (GB). Com a evolução das enteropatias, observou-se uma tendência de redução dos valores do pH sanguíneo em ambos

grupos. Já os animais do grupo GC, hidratados com solução poliônica UFMG, apresentaram comportamento oposto, ou seja, os valores de pH sanguíneo tenderam a aumentar durante os cinco dias, analisados, do período de patência das diarreias.

A análise de variância realizada no terceiro dia de patência da diarreia dos neonatos, possibilitou a observação do efeito da fluidoterapia ao longo do dia nos três grupos. Os animais do grupo GA e GB, na primeira coleta do dia (momento 5 – 6:00 horas), apresentavam acidemia e, com a administração dos protocolos de hidratação oral houve aumento do pH sanguíneo. Entretanto, os tratamentos administrados não foram suficientes para a correção da acidose metabólica instalada (Gráfico 08).

Nos animais do grupo GC, no momento 5, não havia acidemia, e todas as bezerras apresentavam o pH sanguíneo dentro dos parâmetros fisiológicos. Com a administração do protocolo de hidratação oral, com a solução poliônica UFMG, ocorreu comportamento semelhante ao descrito no Capítulo III, durante o primeiro dia de tratamento. A adição de bases ao organismo elevou o pH sanguíneo no momento 6, o que provocou uma alcalose iatrogênica. Contudo, os episódios constantes das diarreias, com depleção das reservas de HCO_3^- provocaram redução do pH sanguíneo nos momentos seguintes, porém, mantendo-o dentro dos limites fisiológicos (Freitas, 2009) (Gráfico 8).

O sistema tampão bicarbonato – ácido carbônico é o alcalinizante mais importante do equilíbrio ácido-base e está diretamente relacionado com a capacidade de tamponamento do sangue (Dirksen *et al.*, 1993; Carlson, 1997; Rose e Post, 2001). A depleção das reservas corporais do HCO_3^- associada ao provável acúmulo de ácidos orgânicos, acarretaram na redução do pH sanguíneo.

Os grupos tratados com a solução poliônica isotônica apresentaram comportamento similar, não havendo a correção da acidose metabólica causada pela diarreia dos neonatos, independente do protocolo adotado. Em outras palavras a taxa de reposição ou quantidade de agente alcalinizante não foi suficiente para suprir a depleção de íons bicarbonato causada pela enfermidade. Dessa forma, as concentrações

médias e o comportamento em função do tempo do íon HCO_3^- reduziram, refletindo na queda do pH sanguíneo, e conseqüentemente levando à instalação da acidose metabólica (Gráfico 04 e 06).

Já os animais do grupo GC, hidratado com solução poliônica UFMG, apresentaram as médias de concentrações de bicarbonato maiores ($p < 0,05$) do que as médias dos grupos GA e GB, entretanto, semelhante aos outros dois grupos as concentrações médias do íon HCO_3^- caíram e o comportamento deste íon em função do tempo também foi de redução. Porém, a quantidade de agente alcalinizante administrada foi suficiente para minimizar o efeito da depleção dos íons HCO_3^- , evitando o quadro de acidose (Gráfico 10 e 12).

As concentrações séricas de HCO_3^- , TCO_2 e EB foram semelhantes ao comportamento do pH (Gráficos 04, 06, 07, 09, 13 e 15).

A obtenção dos valores de TCO_2 é realizada a partir da adição de um ácido forte ao plasma ou soro e mensurando a quantidade de CO_2 produzido pela reação: $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Este método determina tanto o CO_2 dissolvido quanto o HCO_3^- presente na amostra. Dessa forma os valores da concentração sérica do bicarbonato e do EB, são cálculos matemáticos obtidos a partir dos valores do TCO_2 e, portanto variando de forma semelhante a esta variável (Gomes, 1997; Rose e Post, 2001; Cunningham, 2004; DiBartola, 2012).

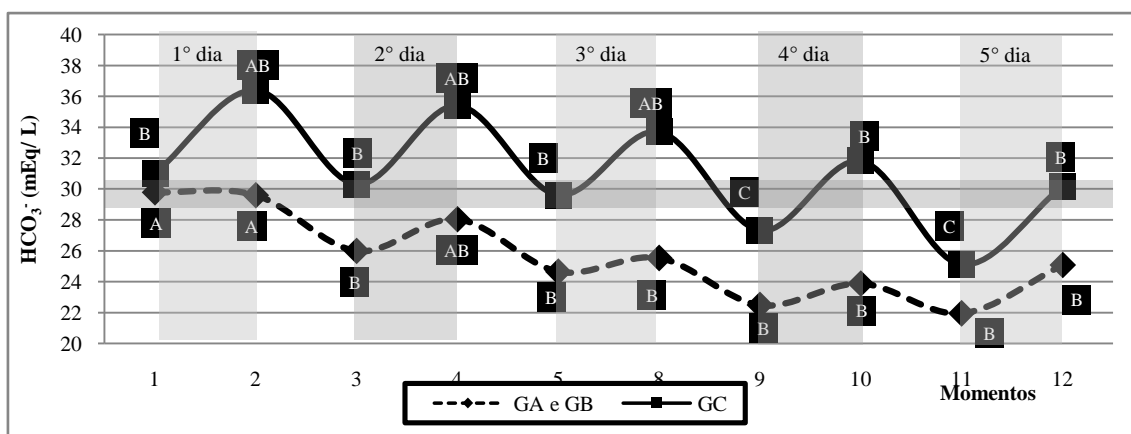


Gráfico 04: Concentrações médias de HCO_3^- de bezerras diarréicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante os cinco primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

* Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre si pelo teste de SNK, $p < 0,05$.

** Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

*** Áreas hachuradas na vertical representam os diferentes dias das coletas durante o período de patência da diarreia

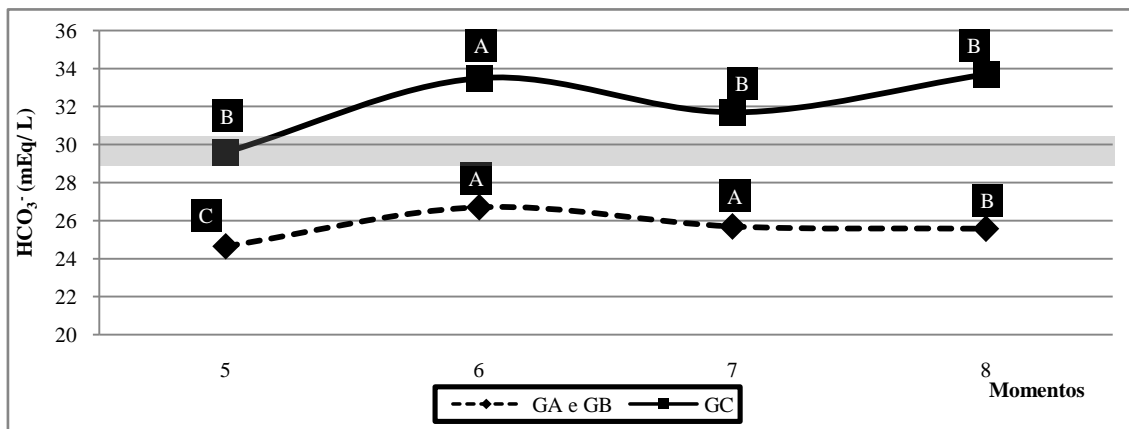


Gráfico 05: Concentrações séricas médias de HCO_3^- de bezerras diarréicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante o terceiro dia de diarreia naturalmente adquiridas

*Marcadores de linhas seguidas de letras distintas seguidas diferem entre se pelo teste de T de Student, $p < 0,05$.

**Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

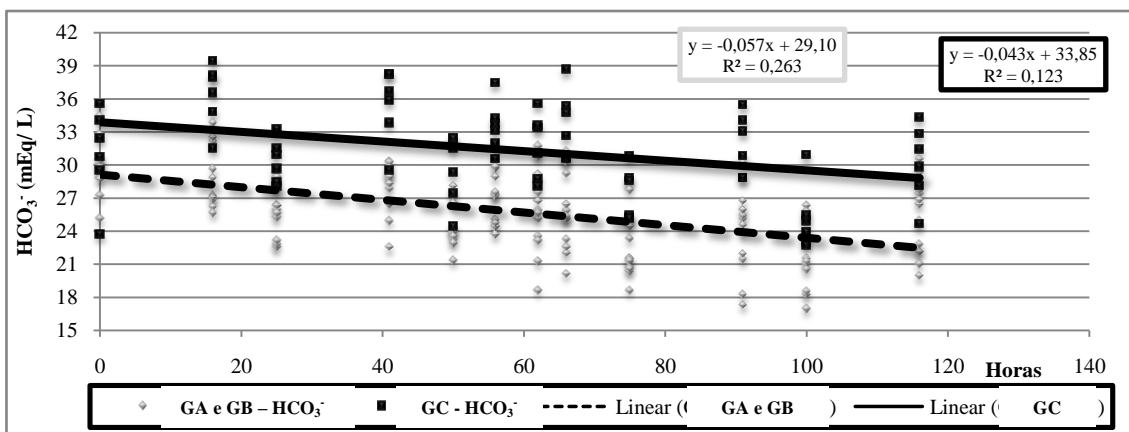


Gráfico 06: Regressão linear do comportamento das concentrações de HCO_3^- de bezerras diarréicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência

As bezerras dos três grupos apresentaram comportamento de redução das concentrações de íons HCO_3^- em função do tempo, porém os animais dos grupos GA e GB, hidratados com solução poliônica 1, apresentaram depleção das concentrações séricas de bicarbonato maiores do que os animais do GC, hidratados com solução poliônica UFMG.

A depleção das concentrações do íon bicarbonato está associada à elevada concentração deste íon no lúmen intestinal. Isto ocorre, pois a secreção pancreática é rica em bicarbonato, que tem como função a neutralização dos íons H^+ oriundos do estômago. Quando estimulado, no lúmen intestinal, o pâncreas secreta grandes quantidades de suco pancreático podendo elevar as concentrações do HCO_3^- a 145 mEq/L (Cunningham, 2004; Guyton e Hall, 2006).

Parte deste HCO_3^- é reabsorvida pelo mecanismo de absorção ativa dos íons

bicarbonato, que ocorre de forma indireta. Na reabsorção do sódio pelas células entéricas, há liberação de íons H^+ no lúmen intestinal. Este por sua vez, combina-se com o bicarbonato, formando o ácido carbônico, que em seguida, dissocia-se de modo a formar água e gás carbônico ($\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$). A água permanece no quimo, mas o CO_2 é prontamente absorvido, retornando ao sangue e ao sistema tampão bicarbonato/ ácido carbônico (Guyton e Hall, 2006).

Nas enteropatias, essa reabsorção está comprometida o que causa grandes perdas do íon bicarbonato. Em contrapartida, as concentrações do cloreto no lúmen intestinal são menores do que as concentrações plasmáticas. Dessa forma, as perdas desbalanceadas entre HCO_3^- e Cl^- nas fezes diarréicas podem levar ao desenvolvimento de acidose metabólica hiperclorêmica. Entretanto nas diarreias dos bovinos neonatos, a acidose metabólica está associada além da menor

depleção do Cl em relação ao bicarbonato, ao acúmulo de ácidos orgânicos, principalmente o lactato (Field, 2003; Lorez, 2004^{AB}; DiBartola, 2012).

Os gráficos 07, 08 e 09 ilustram os valores das médias e o comportamento das concentrações séricas de TCO₂ em função do tempo.

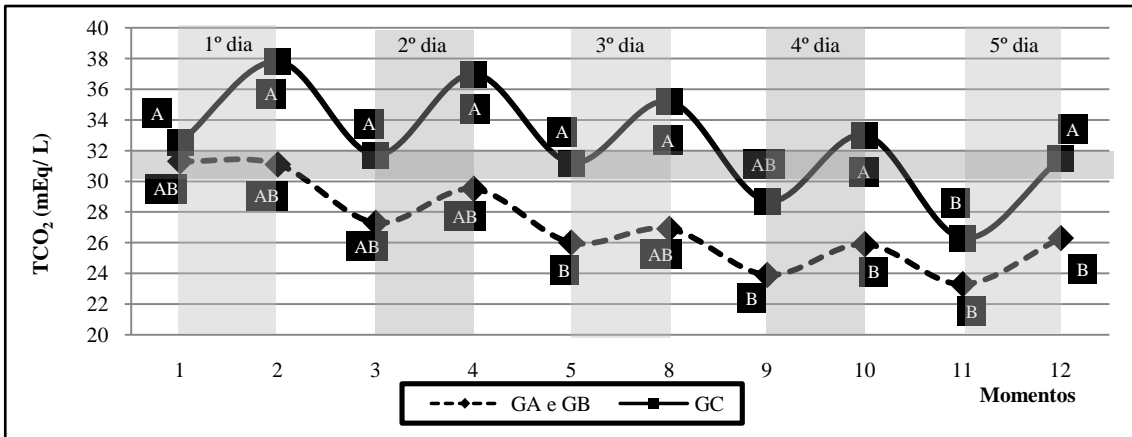


Gráfico 07: Concentrações médias de TCO₂ de bezerras diarréicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante os cinco primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

*Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre se pelo teste de SNK, p<0,05.

**Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

*** Áreas hachuradas na vertical representam os diferentes dias das coletas durante o período de patência da diarreia

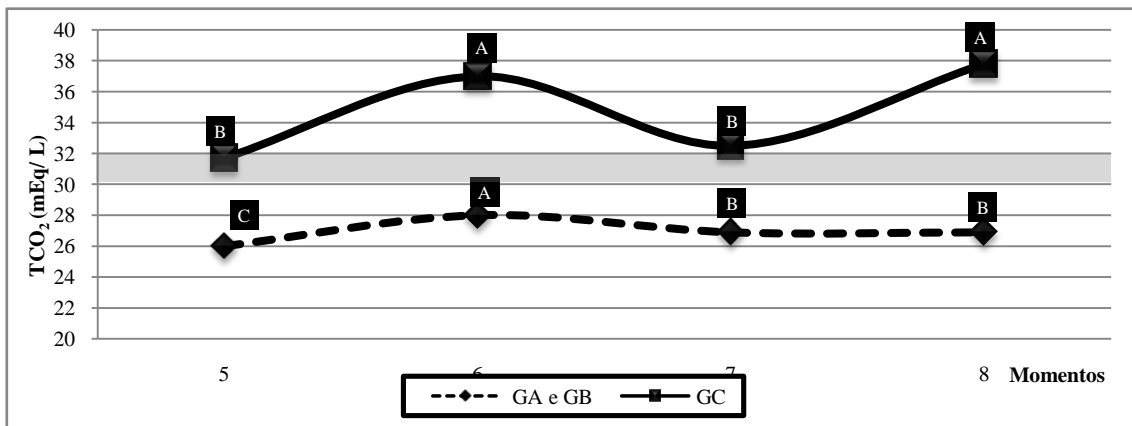


Gráfico 08: Concentrações médias de TCO₂ de bezerras diarréicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante o terceiro dia de diarreia naturalmente adquiridas

*Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre se pelo teste de T de Student, p<0,05.

**Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

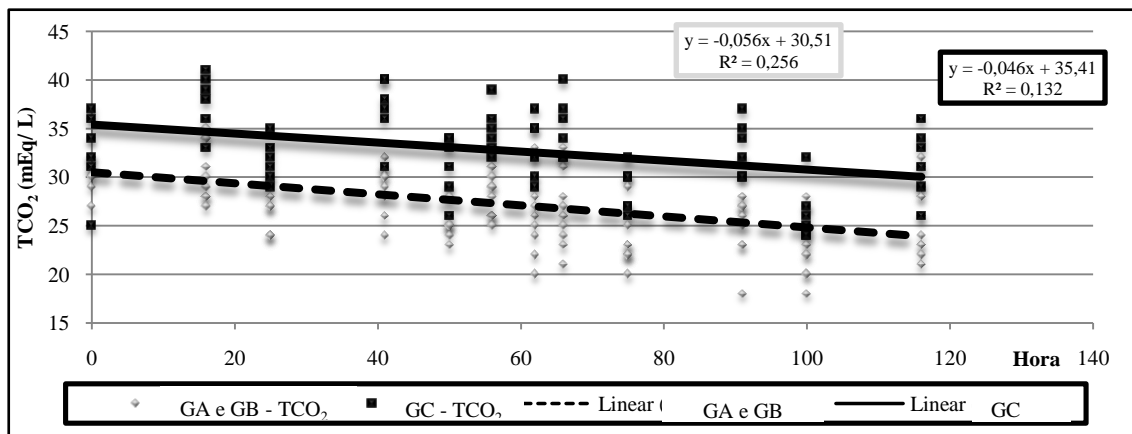


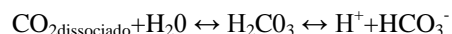
Gráfico 09: Regressão linear do comportamento das concentrações médias de TCO₂ de bezerras diarréicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência.

As análises de variância das concentrações de PCO_2 não demonstraram diferenças entre os três grupos (GA, GB e GC). As bezerras submetidas aos protocolos de fluidoterapia oral, apresentaram tendência da redução das concentrações de PCO_2 (Gráfico 10) ao longo dos cinco dias de patência das diarreias. Esta observação é ratificada pelo comportamento de redução do PCO_2 em função do tempo (Gráfico 12).

No terceiro dia, a análise de variância das concentrações de PCO_2 demonstrou que após a administração dos tratamentos houve aumento nas concentrações desta variável (Gráfico 11).

O par conjugado bicarbonato – ácido carbônico é um agente tamponante eficiente, principalmente por ser um sistema aberto, ou seja, as concentrações de bicarbonato, ácido carbônico ou CO_2 dissociado se alteram respondendo a estímulos adaptativos do organismo, desviando a equação a seguir para a

direita ou esquerda (Carlson, 1997; DiBartola, 2012).



Embora não tenha sido observada diferença entre os grupos, possivelmente, os valores das médias de PCO_2 do grupo GC, contribuíram para ao aumento dos valores médios. Somente o grupo GC apresentou valores da PCO_2 sanguínea acima dos parâmetros fisiológicos de acordo do Freitas (2009). Isto ocorre pois, a compensação da alcalose metabólica é mediada pelos tampões extra e intracelulares e pela ativação dos centros respiratórios que respondem acarretando hipoventilação, depressão da frequência respiratória e consequente retenção de CO_2 (Carlson, 1997). Ou seja, com adiminuição da PCO_2 , houve o aumento ventilação pulmonar, deslocando a equação para a esquerda.

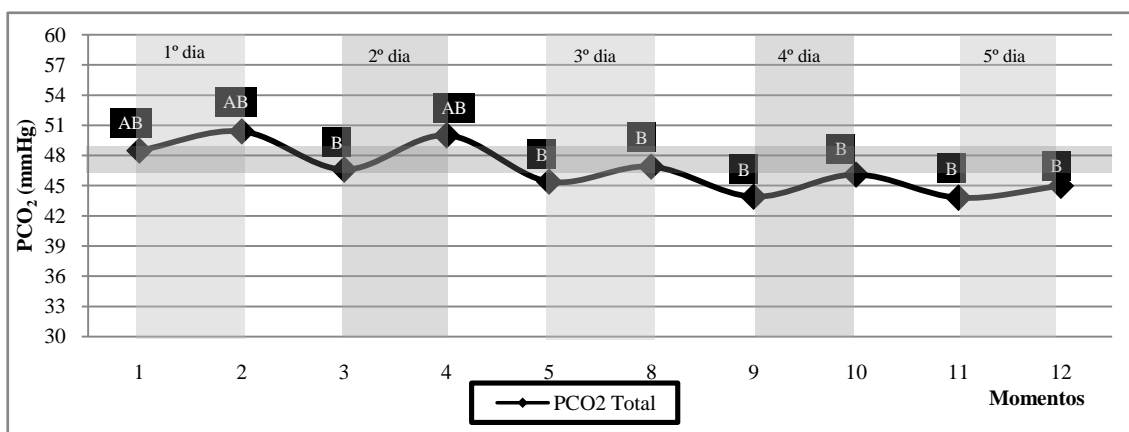


Gráfico 10: Concentrações médias de PCO_2 de bezerras diarréicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante os cinco primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

* Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre se pelo teste de SNK, $p < 0,05$.

** Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

*** Áreas hachuradas na vertical representam os diferentes dias das coletas durante o período de patência da diarreia

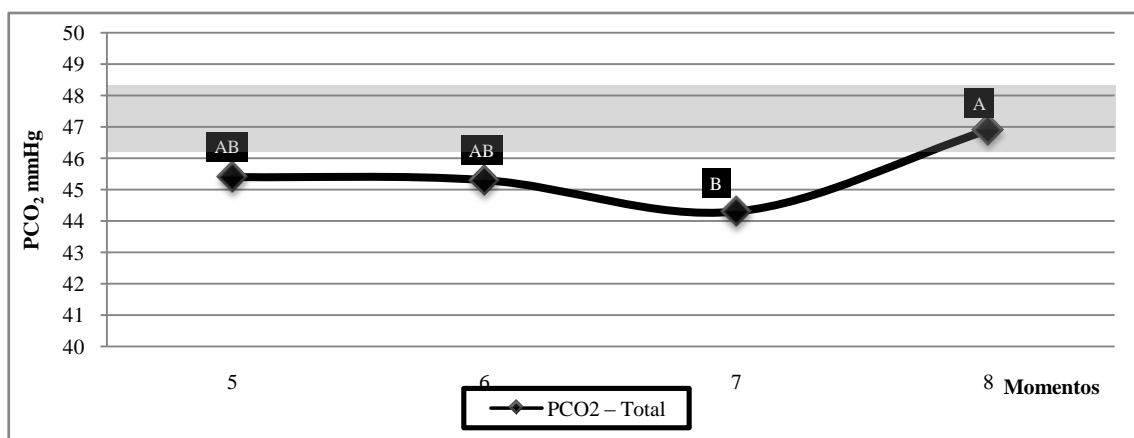


Gráfico 11 Concentrações séricas médias da PCO_2 de bezerras diarréicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante o terceiro dia de diarreia naturalmente adquiridas

* Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre se pelo teste de T de Student, $p < 0,05$.

** Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

Entretanto, quando se analisa o comportamento da PCO_2 durante os cinco dias do período de patência das diarreias há redução pela depleção das concentrações séricas de bicarbonato em todos os animais. Nas bezerras dos grupos GA e GB, as perdas fecais e do sistema tampão de íon HCO_3^- superaram as taxas de reposição administradas nas soluções

poliônicas orais. Dessa forma, os animais entraram em quadro de acidemia e semelhante ao que ocorreu na alcalose, houve o estímulo do centro respiratório que respondeu aumentando a frequência respiratória e reduzindo os valores de PCO_2 , com conseqüente deslocamento da equação para direita (Carlson, 1997).

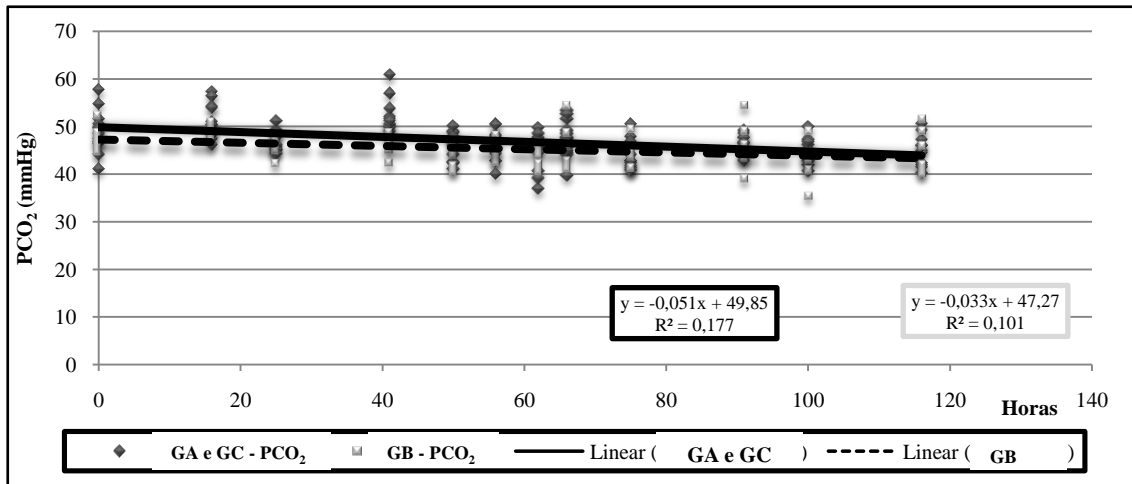


Gráfico 12: Regressão linear do comportamento da PCO_2 de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência.

A análise de regressão identificou diferenças entre o GB e os grupos GA e GC. Possivelmente esta diferença foi causada pela presença de valores outliers, presentes no grupo GB. Outra hipótese está relacionada com o protocolo de tratamento, com administração do soro oral quatro vezes em 24 horas.

Os gráficos 13, 14 e 15 ilustram os valores das médias e o comportamento das concentrações séricas de EB em função do tempo e apresentou comportamento similar ao bicarbonato descrito anteriormente.

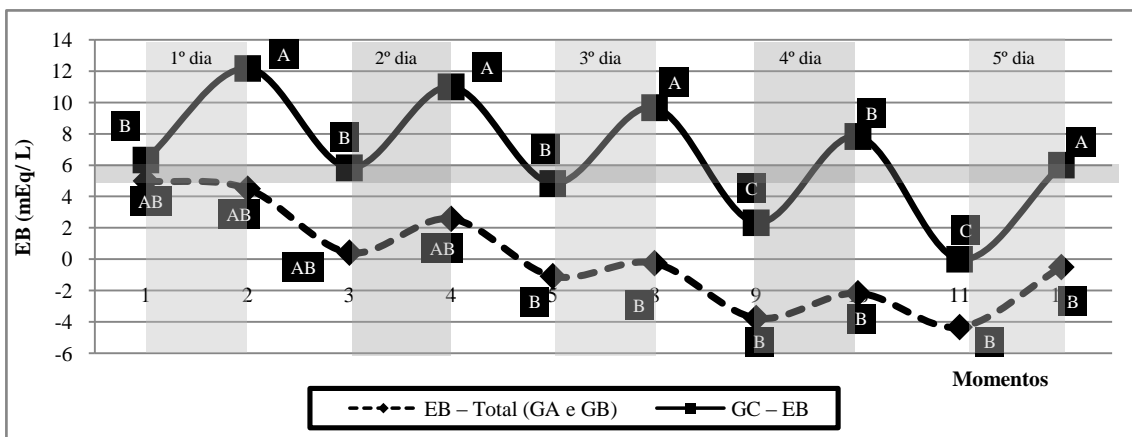


Gráfico 13: Comportamento das médias do EB de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante os cinco primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

*Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre si pelo teste de SNK, $p < 0,05$.

**Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

*** Áreas hachuradas na vertical representam os diferentes dias das coletas durante o período de patência da diarreia

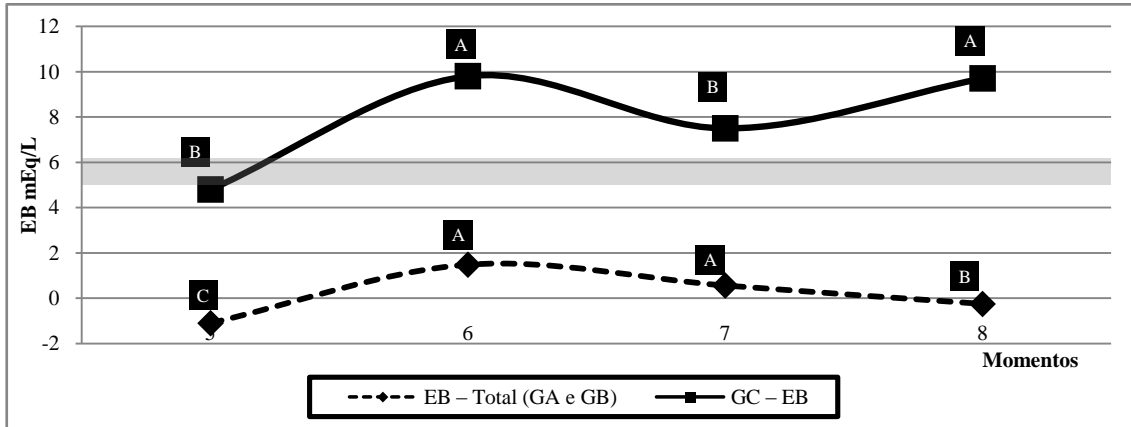


Gráfico 14: Comportamento das médias de EB de bezerras diarréicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante o terceiro dia de diarreia naturalmente adquiridas

*Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre se pelo teste de T de Student, $p < 0,05$.

**Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

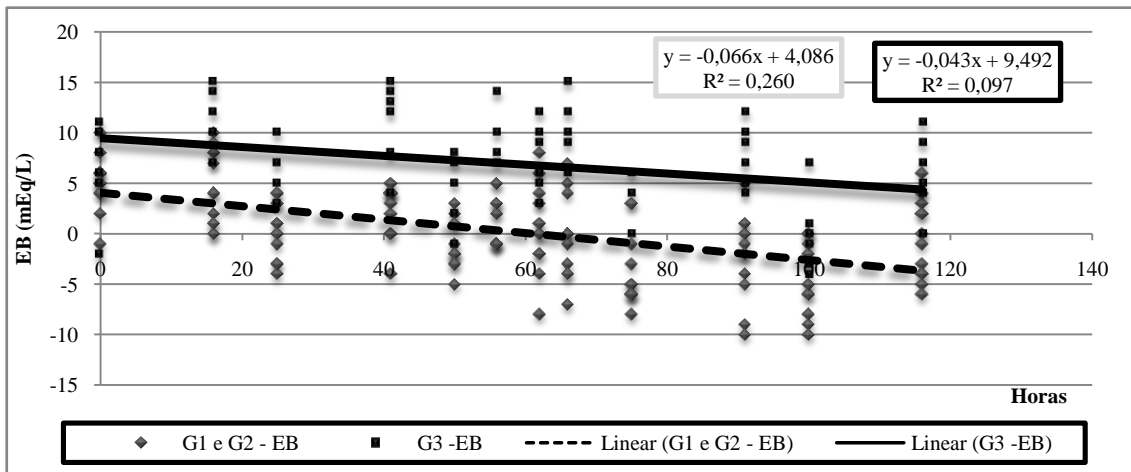


Gráfico 15: Regressão linear do comportamento dos valores de EB de bezerras diarréicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência.

O comportamento do AGap em função do tempo foi influenciado pelas concentrações de íons bicarbonato e cloreto, com diferença entre os grupos. Embora o comportamento dos grupos GA e GB se assemelhem ao comportamento do grupo GC, há diferenças com relação à interpretação das duas retas.

O excesso de base (EB) e janela aniônica (AGap) são equações que estão intimamente ligadas com a quantidade de eletrólitos presentes no organismo. O AGap é calculado através da seguinte fórmula: $[Na^+ + K^+] - [Cl^- + HCO_3^-]$, portanto sua concentração também é diretamente dependente das concentrações séricas desses íons, que, por sua vez, sofrem alterações em decorrência da patogenia das diarreias (Constable, 1996). Ambos os parâmetros

subsidiarão o diagnóstico das alterações metabólicas. Valores negativos de EB e valores elevados de Agap (acima de 18 para bovinos) são indicativos de acidose metabólica e de grande importância prognóstica para os animais enfermos (Carlson, 1997; Gomes, 1997; Nakagawa *et al.*, 2007).

Nas diarreias, o íon bicarbonato é o principal eletrólito que interfere na redução do EB e elevação do AGap (Andrews e Grindem, 2000; Nakagawa *et al.*, 2007).

Os grupos GA e GB apresentaram maiores taxas de redução nas concentrações de bicarbonato ao longo do tempo, entretanto esta redução foi acompanhada de um comportamento oposto do cloreto o que manteve os valores de AGap próximo aos valores fisiológicos. Já os

animais do grupo GC, apresentaram valores de íon HCO_3^- maiores dos que os grupos GA e GB, entretanto as concentrações de Cl^- não apresentaram um aumento expressivo, desta

forma, os valores de AGap também permaneceram dentro dos limites fisiológicos (Freitas, 2009).

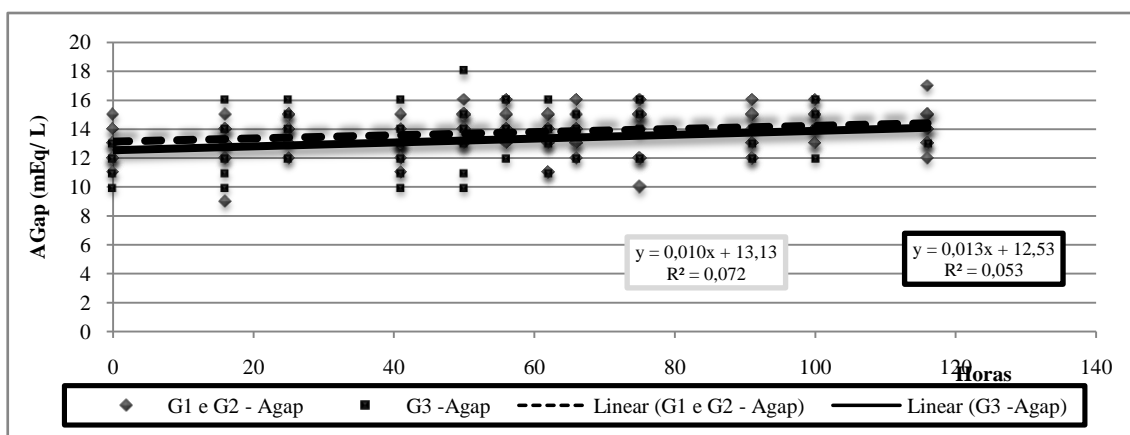


Gráfico 16: Regressão linear do comportamento do AGap de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência.

A diferença aniônica ou AGap trata-se da diferença entre cátions e ânions, medidos no sangue. Entretanto, é princípio básico orgânico a manutenção da neutralidade elétrica no meio interno (Carlson, 1997). Aumento dos valores de AGap sugere acidose orgânica ou insuficiência renal, pois com a redução do pH, via de regra, há consumo de tampão (bicarbonato), que leva à diminuição dos ânions medidos. Quando ocorre a acidose, com valor de AGap normal, esta encontra-se associada à elevação de cloreto (Bookallil, 2012).

Não foram observadas diferenças nas concentrações de lactato entre os grupos, e nem entre os momentos.

A patologia da formação do ácido láctico é classicamente descrita na literatura, por diversos autores, como consequência da desidratação. Com a desidratação, há diminuição da perfusão renal e, conseqüentemente, redução da excreção de íons H^+ , além da formação do L-lactato devido à glicólise anaeróbica nos tecidos com baixa oxigenação (Argenzio, 1985; Cunningham, 2004). Entretanto, recentemente, o D-lactato foi identificado e considerado o principal responsável pela acidose metabólica nos bezerros diarreicos (Omole, 2001; Lorenz, 2004^A; Lorenz e Vogt, 2006; Naylor *et al.*, 2006; Sato e Koiwa, 2008).

A ausência de variação das concentrações médias do lactato, neste experimento, está associada a dois fatores. O primeiro se relaciona com a metodologia utilizada para a determinação

do lactato, sendo o método enzimático baseado na quantidade de peróxido de hidrogênio produzido pela reação do L-lactato com a lactase-oxidase, realizada pelo lactatímetro portátil (Allen e Holm, 2008). Desta forma, o lactato mensurado foi o L-lactato, que tem menor importância na patogenia da acidose metabólica ocorrida em consequência das diarreias dos bezerros e é facilmente metabolizado pelo organismo (Omole, 2001; Sato e Koiwa, 2008).

Outro fator se relaciona com a forma de excreção dos isômeros do lactato. A principal forma de eliminação do D e L-lactato é a excreção urinária (Connor *et al.* 1983; Ewaschuk *et al.* 2004), e não foram observados nas bezerras sinais graves de desidratação, portanto não houve comprometimento renal, nem da excreção do ácido.

Perfil eletrolítico

Na Tabela 07 e 08 estão apresentados os valores médios dos eletrólitos, nos diferentes momentos, para os três grupos: o GA, hidratado com solução poliônica (com agente alcalinizante: Acetato/ administrado duas vezes em 24 horas), GB hidratado com solução poliônica 1 (com agente alcalinizante: Acetato/ administrado quatro vezes em 24 horas) e o GC, hidratado com solução poliônica UFMG (com agente alcalinizante: Acetato e Bicarbonato/ administrado duas vezes em 24 horas).

Tabela 07: Valores médios e respectivos desvio padrões das concentrações de Na⁺, Cl⁻, K⁺, HCO₃⁻, janela aniônica (AG) e osmolalidade (Osm) em mEq/L de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia - GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas e o Total durante os cinco primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência

Escala em horas	Momentos/ Hora										Valores de referência (Freitas, 2009)
	1º dia de diarreia		2º dia de diarreia		3º dia de diarreia		4º dia de diarreia		5º dia de diarreia		
	1 6:00h	2 18:00h	3 06:00h	4 18:00h	5 06:00h	8 22:00h	9 6:00h	10 18:00h	11 6:00h	12 18:00h	
Grupo	0	16	25	41	50	66	75	91	100	116	
GA - Na	135,5±1,9	135,8±2,1	136,0±2,8	136,7±2,7	136,8±1,2	136,0±3,1	135,8±3,1	136,0±3,2	136,0±3,9	136,2±2,4	
GB - Na	134,0±2,0	135,2±3,7	136,7±3,9	136,2±3,5	136,7±3,6	137,3±1,9	138,0±1,5	137,5±2,0	138,0±2,3	138,3±2,3	
GC - Na	135,8±3,7	137,5±3,6	136,2±2,3	139,2±4,1	137,3±3,9	139,7±2,0	139,2±1,9	138,5±1,6	137,0±1,9	137,5±1,9	136 – 138
Na - Total	135,11±2,61 ^A	136,17±3,19 ^A	136,28±3,55 ^A	137,33±2,98 ^A	136,94±2,72 ^A	137,67±2,59 ^A	137,67±2,72 ^A	137,33±2,47 ^A	137,00±2,81 ^A	137,33±2,25 ^A	
GA - K	4,63±0,44	5,00±0,32	4,83±0,61	4,78±0,39	4,58±0,34	4,85±0,43	4,57±0,40	4,50±0,46	4,30±0,36	4,32±0,12	
GB - K	4,63±0,10	4,72±0,25	4,27±0,16	4,63±0,28	4,37±0,42	4,28±0,26	4,18±0,23	4,23±0,36	3,92±0,46	4,33±0,44	
GC - K	4,83±0,45	4,52±0,50	4,43±0,49	4,57±0,50	4,38±0,50	4,32±0,37	4,55±0,27	4,28±0,31	4,22±0,25	4,25±0,24	4,36 – 4,58
K - Total	4,70±0,36 ^{AB}	4,74±0,4 ^{AB}	4,51±0,5 ^B	4,66±0,39 ^{AB}	4,44±0,41 ^B	4,48±0,43 ^B	4,43±0,34 ^B	4,34±0,38 ^B	4,14±0,38 ^B	4,30±0,28 ^B	
GA - Cl	97,0±3,3	97,7±4,3	100,0±3,7	99,2±1,5	102,2±1,9	101,5±3,4	104,7±3,0	100,7±2,9	103,2±1,3	101,3±2,6	
GB - Cl	96,8±2,8	98,2±3,0	102,0±4,0	101,0±3,0	102,0±3,3	102,2±3,4	105,0±2,8	104,7±3,4	106,3±2,3	103,5±3,3	
GC - Cl	97,5±3,7	93,2±2,5	96,8±3,4	95,7±4,8	98,5±4,8	97,5±2,1	101,5±2,4	97,5±1,3	102,0±3,2	97,5±2,1	98 -100
GA - HCO₃	30,6±2,0	30,1±2,9	26,9±2,5	28,9±1,5	24,3±1,1	25,5±2,9	21,6±1,5	24,2±3,1	22,5±3,2	25,2±2,4	
GB - HCO₃	29,0±2,7	29,1±3,3	25,1±1,9	27,2±2,9	25,0±2,8	25,6±4,1	23,3±4,0	23,5±4,4	21,3±3,3	24,9±4,5	
HCO₃ - Total (GA e GB)	29,78±2 ^{Ab}	29,59±2 ^{Ab}	25,98±2 ^{Bb}	28,04±2 ^{ABb}	24,63±2 ^{Bb}	25,52±2 ^{Bb}	22,47±2 ^{Bb}	23,87±2 ^{Bb}	21,93±2 ^{Bb}	25,08±2 ^{Bb}	29,55 – 30,6
GC - HCO₃	31,0±4,2 ^{Ba}	36,4±2,9 ^{ABa}	30,3±2,0 ^{Ba}	35,4±3,3 ^{ABa}	29,6±3,2 ^{Ba}	33,7±3,1 ^{ABa}	27,3±2,4 ^{Ca}	31,8±2,8 ^{Ba}	25,1±3,0 ^{Ca}	30,2±3,5 ^{Ba}	
GA - AG	12,8±0,8	13,3±0,5	14,3±0,8	13,3±1,0	14,5±0,8	13,8±1,2	14,3±1,2	14,3±1,5	14,5±1,0	14,0±1,1	
GB - AG	12,8±1,5	12,5±2,1	13,7±1,0	12,7±0,8	14,2±1,2	14,0±1,4	13,5±2,5	13,8±1,5	14,3±1,2	14,0±1,7	
GC - AG	11,7±1,2	12,8±2,2	13,8±1,6	12,7±2,2	13,5±2,9	13,3±1,5	14,3±1,7	13,0±0,8	14,3±1,7	13,0±0,0	11,79 – 12,94
GA - Osm	276,9±2,7	279,0±3,4	278,1±4,1	280,6±3,3	279,5±2,4	278,9±4,7	277,6±5,5	278,5±5,1	278,5±6,3	278,5±4,1	
GB - Osm	275,0±4,1	277,7±7,1	277,8±7,6	277,9±6,8	277,2±7,1	279,5±4,7	279,9±2,7	279,8±4,4	279,2±4,7	281,6±4,7	-
GC - Osm	278,7±6,8	282,0±5,4	277,6±4,4	284,6±8,5	280,0±7,1	285,1±6,6	283,0±5,3	282,1±6,2	278,1±5,2	278,8±4,9	

Médias seguidas por letras maiúsculas, nas linhas, distintas diferem significativamente pelo teste SNK para p<0,05.

Médias seguidas por letras minúsculas, nas colunas, distintas diferem significativamente pelo teste T de Student para p<0,05

Tabela 08: Valores médios e respectivos desvio padrões das concentrações de Na⁺, Cl⁻, K⁺, HCO₃⁻, janela aniônica (AG) e osmolalidade (Osm) em mEq/L de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas) e o Total durante o terceiro dia de patência das diarreias e valores de referência

Escala em horas	Momentos/ Hora 3º dia de diarreia				Valores de Referência (Freitas, 2009)
	5 6:00h 50	6 12:00h 56	7 18:00h 62	8 22:00h 66	
GA - Na	136,8±1,2	137,3±1,5	135,5±2,6	136,0±3,1	136 – 138
GB - Na	136,7±3,6	137,5±3,3	137,0±3,0	137,3±1,9	
GC - Na	137,3±3,9	140,5±2,0	138,3±2,2	139,7±2,0	
Na - Total	136,94±2,98 ^B	138,44±2,68 ^A	136,94±2,73 ^B	137,67±2,72 ^{AB}	
GA - K	4,58±0,34	4,77±0,37	4,77±0,58	4,85±0,43	4,36 – 4,58
GB - K	4,37±0,42	4,77±0,59	4,68±0,34	4,28±0,26	
GC - K	4,38±0,50	4,48±0,52	4,72±0,57	4,32±0,37	
K - Total	4,44±0,41 ^B	4,67±0,49 ^{AB}	4,72±0,48 ^A	4,48±0,43 ^B	
GA - Cl	102,2±1,9	101,3±3,2	101,7±5,1	101,5±3,4	98 -100
GB - Cl	102,0±3,3	101,3±4,0	101,5±2,6	102,2±3,4	
GC - Cl	98,5±4,8	98,5±2,6	99,3±2,6	97,5±2,1	
GA - HCO₃	24,3±1,1	26,5±2,5	24,4±3,8	25,5±2,9	29,55 – 30,6
GB - HCO₃	25,0±2,8	26,8±2,0	27,0±3,6	25,6±4,1	
HCO₃ - Total (GA e GB)	24,65±1,96 ^{Cb}	26,7±2,07 ^{Ab}	25,69±3,65 ^{Ab}	25,57±3,24 ^{Bb}	
GC - HCO₃	29,6±3,2 ^{Bb}	33,5±2,3 ^{Ab}	31,7±3,0 ^{Bb}	33,7±3,1 ^{Ab}	
GA - AG	14,5±0,8	14,3±1,0	14,0±0,9	13,8±1,2	11,79 – 12,94
GB - AG	14,2±1,2	14,3±1,0	13,0±1,7	14,0±1,4	
GC - AG	13,5±2,9	13,5±1,9	13,5±2,1	13,3±1,5	
GA - Osm	279,5±2,4	280,8±2,6	277,5±3,6	278,9±4,7	-
GB - Osm	277,2±7,1	280,0±7,1	279,2±6,3	279,5±4,7	
GC - Osm	280,0±7,1	285,4±6,0	282,8±7,5	285,1±6,6	

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas linhas, e minúsculas nas colunas diferem significativamente pelo teste teste T de Student para p<0,05

A primeira análise de variância, realizada ao longo dos cinco primeiros dias de patência das diarreias, demonstrou que não houve diferença nas concentrações de Na⁺ entre os três grupos (GA, GB e GC). Também foi observado que, a partir do início dos tratamentos houve normonatremia (Freitas, 2009) e sem variação das médias entre os momentos.

Já a análise do sódio no terceiro dia de patência das diarreias demonstrou que houve variação entre os momentos, com elevação das concentrações séricas após a administração dos tratamentos, e uma redução nos momentos seguintes (Gráfico 17).

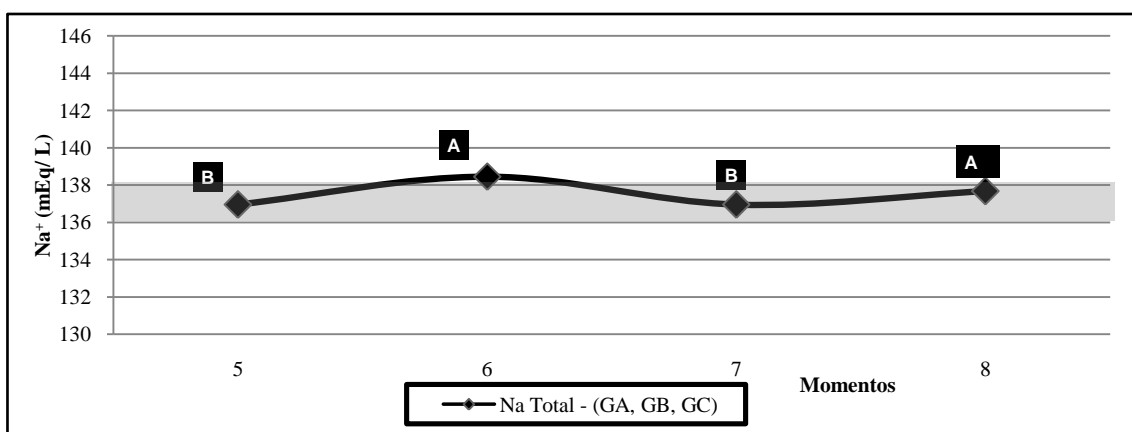


Gráfico 17: Concentrações médias de Na⁺ de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante o terceiro dia de diarreia naturalmente adquiridas

*Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre se pelo teste de T de Student, p<0,05.

**Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

Tanto o Na^+ quanto o K^+ , não apresentaram diferenças entre os grupos nas respectivas análises de variância realizadas no terceiro dia de patência das diarreias, e por este motivo foram avaliadas como se fosse um grupo só, formado por 18 animais (GA, GB e GC).

Ambos os eletrólitos apresentaram variação ao longo do dia, com aumento das concentrações e posterior redução (Gráficos 18 e 19). Essas variações apresentadas podem ter sido em consequência do consumo de leite (às 9:00 e 15:00 horas com 4 L de leite por vez) (Berchtold, 2009) somadas às soluções poliônicas orais

administradas. Já a queda das concentrações destes íons, ao final do dia, pode estar relacionada às excessivas perdas de líquidos e dos eletrólitos nas fezes diarreicas (Fayet, 1971; Constable *et al.*, 1998; Smith, 2009).

A avaliação das concentrações séricas do sódio em função do tempo demonstrou que esse íon apresentou, inicialmente, uma elevação e posterior redução de suas concentrações. O Gráfico 19 ilustra este comportamento e foi determinado por derivação da equação quadrática sem que houvesse diferença entre os três grupos.

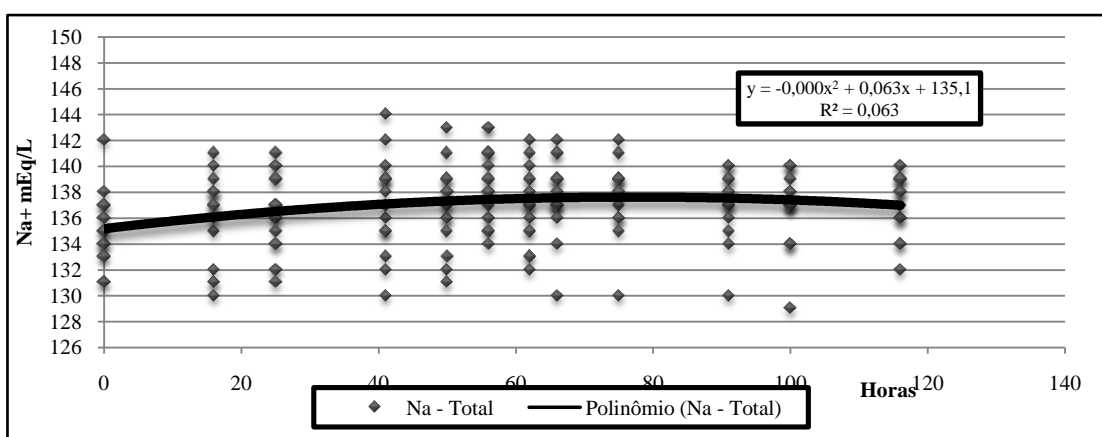


Gráfico 18: Regressão quadrática do comportamento das concentrações de Na^+ de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência.

As excessivas perdas de água e eletrólitos, sobretudo de sódio e potássio nas fezes diarreicas, acarretam desidratação e redução do volume do líquido extracelular (Fayet, 1971; Constable *et al.*, 1998; Smith, 2009). O volume do líquido extracelular é monitorado por receptores localizados no sistema circulatório. São receptores de volume, localizado no átrio e nas grandes veias intratorácicas e receptores de pressão localizados nos seios carotídeos, arco aórtico e nas arteríolas aferentes dos néfrons (Angelos e Van Metre, 1999).

O controle do volume do líquido extracelular também sofre grande influência do sódio que é o principal cátion nesse meio, portanto, a concentração corporal total do íon Na^+ é, também, fundamental na determinação do volume do LEC (Angelos e Van Metre, 1999; DiBartola, 2012). As perdas de fluidos e eletrólitos decorrentes das diarreias são, na maioria das vezes, hipotônicas ou isotônicas em relação às concentrações séricas de sódio.

Com isso pequenas variações no volume do LEC constituem o principal sensor de regulação do balanço de sódio no organismo (Michell, 1983; DiBartola, 2012). O aumento de

volume do líquido extracelular resulta na excreção de sódio pelos rins, enquanto a redução deste volume aumenta a retenção deste íon. Esta regulação renal, geralmente, não altera de forma expressiva a concentração sérica de sódio no líquido extracelular, devido principalmente, à forte interação deste íon com a água, ou seja, há um fluxo de água acompanhando o movimento do sódio para dentro ou fora do organismo (Michell, 1983; Angelos e Van Metre, 1999; DiBartola, 2012).

Com a evolução dos quadros de diarreia, aumento das perdas de fluidos, e consequente redução do LEC, o organismo através da ação renal, aumenta a reabsorção do sódio (Michell, 1983), que possivelmente foi responsável pelo comportamento inicial das concentrações desse íon em função do tempo. Este perfil também foi observado no terceiro dia de patência das diarreias, descritas no Capítulo III.

Entretanto, com o aumento do período de patência das diarreias as concentrações de sódio reduziram. Este comportamento ocorreu, possivelmente, porque com evolução da enfermidade há agravamento do balanço negativo dos eletrólitos e da acidose metabólica

(Freitas, 2009). Desta forma, há liberação do hormônio antidiurético, com aumento da sede, e possível retenção de água, reduzindo as concentrações do sódio em função do tempo, ou do período de patência das diarreias. (Michell, 1994; Angelos e Van Mestre, 1999; Naylor, 1999).

A análise de variância das concentrações séricas médias do potássio, dos cinco dias de diarreia, demonstrou que não houve diferença

entre os grupos, e que há uma tendência das concentrações de potássio reduzirem com o avançar do período de patência das diarreias, semelhante ao descrito no Capítulo III (Gráfico 19).

Já no terceiro dia, as concentrações séricas do potássio, após a administração dos protocolos de hidratação, apresentaram um aumento nos momentos 6 e 7 e redução no momento 8 (Gráfico 20).

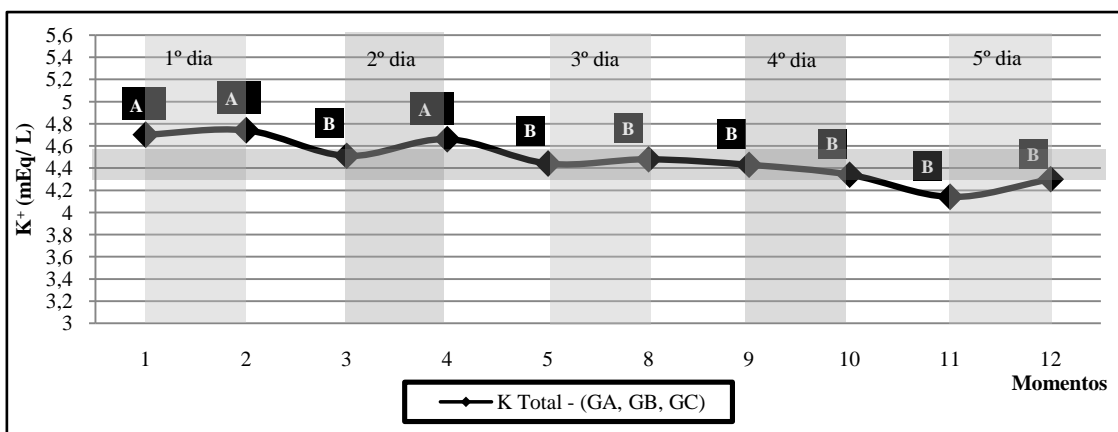


Gráfico 19: Concentrações médias de K⁺ de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante os cinco primeiros dias de diarreia naturalmente adquiridas.

*Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre se pelo teste de SNK, p<0,05.

**Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009).

*** Áreas hachuradas na vertical representam os diferentes dias das coletas durante o período de patência da diarreia

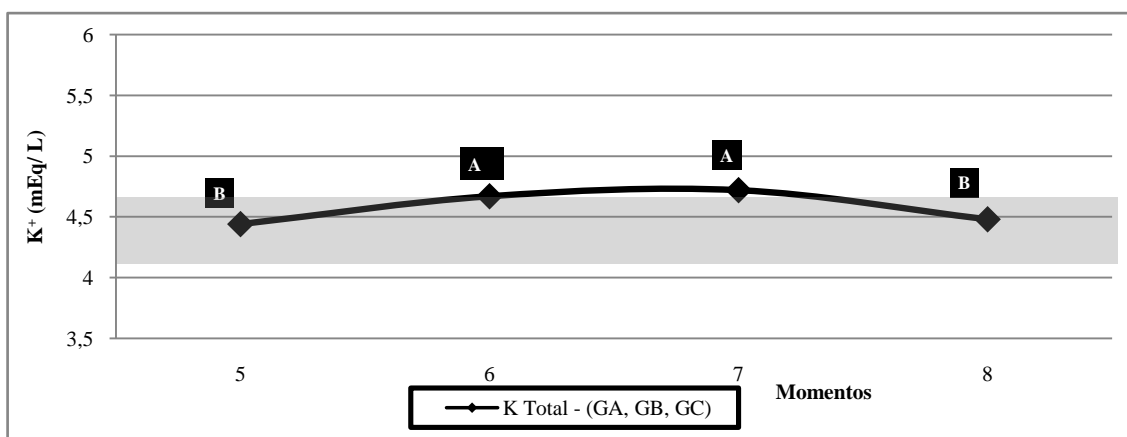


Gráfico 20: Concentrações médias de K⁺ de bezerras diarreicas submetidas a fluidoterapia com diferentes soluções poliônicas orais, durante o terceiro dia de diarreia naturalmente adquiridas

*Marcadores de linhas seguidos de letras distintas seguidas diferem entre se pelo teste de T de Student, p<0,05.

**Área hachurada na horizontal representa os valores de referência (Freitas, 2009)

A análise de regressão demonstrou que houve diferença entre os grupos analisados, entretanto, os três grupos apresentaram

comportamento semelhante, com redução das concentrações séricas do íon potássio em função do tempo (Gráfico 21).

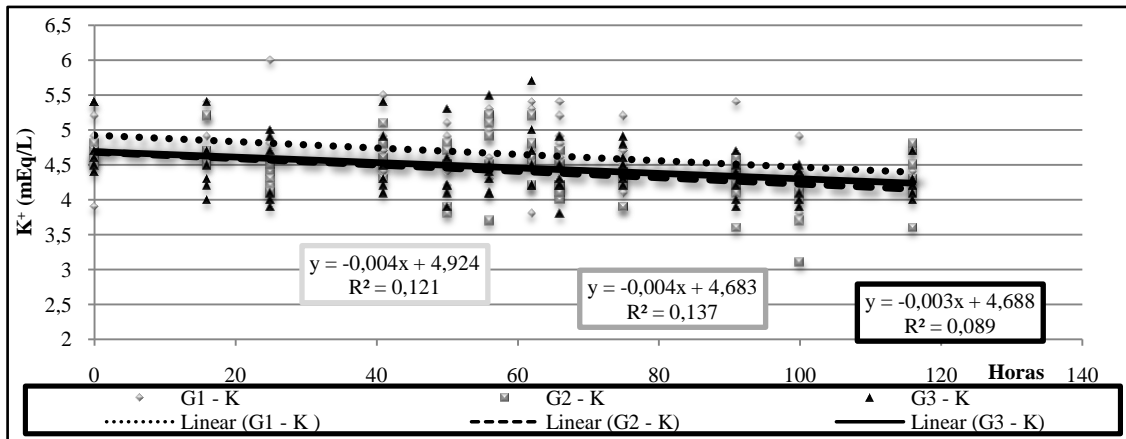


Gráfico 21: Regressão linear do comportamento das concentrações de K^+ de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência

O controle externo do potássio é mantido pelo equilíbrio entre a excreção e a ingestão, em outras palavras, a concentração de K^+ envolve a regulação extracorpórea, que está relacionada com o consumo dietético e as perdas orgânicas diárias, principalmente na urina. Virtualmente, todo o potássio ingerido é absorvido, no estômago e no intestino delgado (Carlson, 1997, DiBartola, 2012). Este fato explica os valores das concentrações séricas médias de potássio, no primeiro dia de patência das diarreias.

O aumento do período de patência e as contínuas perdas de eletrólitos nas fezes pode reduzir as concentrações de potássio sérico, uma vez que as perdas do íon K^+ nas fezes do animais diarreicos é 18 vezes maior que nos hígidos (Wattiaux, 2005).

Nas diarreias naturalmente adquiridas, as alterações comumente observadas são desidratação hipotônica, hiponatremia, hipocloremia e hipercalemia (Berchtold, 1999; Naylor, 1999; Freitas, 2009; Smith, 2009). A hipercalemia ocorre mesmo que haja déficit absoluto de potássio corpóreo, pois as constantes perdas do íon bicarbonato nas fezes resultam no acúmulo de íons hidrogênio e consequentemente acidemia. A membrana celular é permeável aos íons H^+ e, para manter a eletroneutralidade, há saída de íons K^+ do meio intracelular, o que eleva as concentrações séricas do potássio (Tennant *et al.*, 1972, Philips, 1985; Sweeney, 1999; DiBartola, 2012).

Semelhante ao Capítulo III, nos animais dos grupos GA e GB, mesmo apresentando acidemia, com redução das concentrações séricas de bicarbonato, houve redução das concentrações séricas do potássio. Estes resultados podem estar associados com os mecanismos de regulação do pH e do controle das concentrações intra e extracelulares do íon H^+ . Este processo é

realizado, basicamente, por quatro vias metabólicas que estão interligadas. São elas: tampões intracelulares e extracelulares, eliminação de CO_2 via pulmonar, regulação renal de íons H^+ e HCO_3^- e trocas catiônicas celulares (Drage e Wilkinson, 2001; Rose e Post, 2001).

O movimento dos íons H^+ e K^+ através da membrana celular, ou troca catiônica, é outro recurso do organismo que pode auxiliar no tamponamento dos meios intra e extracelular. Normalmente, é um dos últimos recursos lançados pelo organismo na tentativa de controle e correção do pH sanguíneo (Rose e Post, 2001).

Entretanto a regulação renal é a via mais eficiente na eliminação de íons H^+ , e consequentemente de regulação do pH (Gomes, 1997; DiBartola, 2012). Paralelo a este fato, nenhum animal apresentou sinais clínicos de desidratação superiores a 4% e nem valores de BUN superiores a 10,5 mMol/L, estes resultados refletem que não houve grandes variações nas taxas de filtração glomerular, e por conseguinte, não comprometia a função renal, o que possibilitou a excreção dos íons H^+ , na urina, visando a elevar o pH sanguíneo. Os íons hidrogênios são secretados ativamente pelos túbulos proximais e distais, sendo a concentração urinária máxima de hidrogênio em torno de 0,025 mMol/L, o que representa um pH de 4,6 (Drage e Wilkinson, 2001).

A hipótese de que a manutenção da hidratação nos animais diarreicos favoreceu a normocalemia é reforçada pois, não houve diferença entre grupos nas concentrações deste íon, e diferente dos animais dos grupos GA e GB, que apresentaram sinais de acidose metabólica compensada a partir do segundo dia de diarreia, os animais do grupo GC não apresentaram esse quadro.

A análise de regressão das concentrações de Cl⁻ demonstrou que houve diferença entre os três grupos, entretanto, os comportamentos das

concentrações do íon cloreto em função do tempo foram semelhantes, e determinados por derivação da equação quadrática (Gráfico 22).

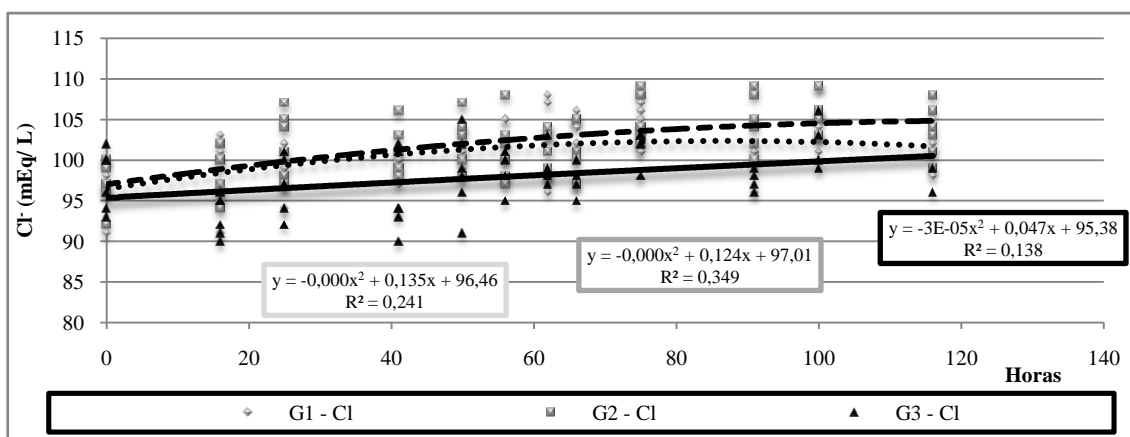


Gráfico 22: Regressão quadrática do comportamento das concentrações séricas de Cl⁻ de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência.

No presente trabalho, o comportamento das concentrações de Cl⁻ em função do tempo acompanhou o comportamento do sódio, apresentado as mesmas variações. A concentração de cloreto no líquido extracelular é importante, tanto para a manutenção da osmolalidade quanto para a manutenção do equilíbrio ácido-base. Sua interação é complexa e depende diretamente da concentração de sódio, consequentemente do volume circulante, além das concentrações de potássio e do pH sanguíneo (Sweeney, 1999; DiBartola, 2012).

A abordagem tradicional classifica a acidose metabólica em hiperclorêmica e normoclorêmica, com base nos valores do Agap e da concentração do cloreto (DiBartola, 2012). Nessa condição, a elevação da cloremia é resultado do aumento na reabsorção renal de Cl⁻, em resposta à baixa relação entre íons cloretos e bicarbonato, pela queda do bicarbonato plasmático. O comportamento da concentração sérica de cloretos é, normalmente, inverso ao comportamento da concentração do íon bicarbonato (Rose e Post, 2001). Com base nesta

observação, compreende-se porque ocorreram diferenças entre os grupos. No presente trabalho, os animais do GC apresentaram concentrações de do íon bicarbonato maiores do que as bezerras nos grupos GA e GB ($p < 0,05$). ção do tempo variou menos que os outros dois grupos (GA e GB).

BUN, Glicose, βOHB, NEFA, Hematócrito e Hemoglobina

Na Tabela 09, 10e 11 estão apresentados os valores médios dos parâmetros bioquímicos, o hematócrito e hemoglobina nos diferentes momentos, para os três grupos: o Grupo A, hidratado com solução poliônica 1 (com agente alcalinizante: Acetato/ administrado duas vezes em 24 horas), Grupo B hidratado com solução poliônica 1 (com agente alcalinizante: Acetato/ administrado quatro vezes em 24 horas) e o Grupo C, hidratado com solução poliônica UFMG (com agente alcalinizante: Acetato e Bicarbonato/ administrado duas vezes em 24 horas).

Tabela 09: Valores médios e respectivos desvio padrões das concentrações do nitrogênio ureíco sanguíneo (BUN) (mMol/L), glicose (Gli) (mg/dL), hematócrito (Htc) e hemoglobina (Hb) de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas e o Total durante os cinco primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência.

Escala em horas	Momentos/ Hora										Valores de referência (Freitas, 2009)
	1º dia de diarreia		2º dia de diarreia		3º dia de diarreia		4º dia de diarreia		5º dia de diarreia		
Grupo	M1 6:00h	M2 18:00h	M3 06:00h	M4 18:00h	M5 06:00h	M8 22:00h	M9 6:00h	M10 18:00h	M11 6:00h	M12 18:00h	
	0	16	25	41	50	66	75	91	100	116	
GA- BUN	7,2±4,9	6,5±1,4	7,7±3,7	7,2±4,1	7,8±2,6	7,3±2,6	8,8±4,1	7,3±2,3	8,7±3,2	7,7±2,6	
GB- BUN	9,5±3,7	8,0±4,3	6,0±3,2	5,8±2,1	5,0±2,5	5,7±2,0	6,0±2,4	6,5±3,6	5,8±2,9	5,5±2,7	7,8 – 10,2
GC - BUN	8,2±3,4	9,5±4,8	8,5±3,1	6,7±3,2	8,0±4,3	10,5±7,1	8,8±7,1	8,5±4,2	8,8±3,6	7,5±6,4	
GA- Gli	91,2±19,0	110,8±22,0	87,2±21,3	114,0±10,5	90,8±12,7	103,2±17,0	84,7±14,5	107,7±17,6	105,5±24,1	106,0±14,0	
GB- Gli	92,2±11,7	108,3±15,4	88,3±16,1	95,2±8,9	80,5±15,6	99,0±14,8	84,7±10,3	94,8±17,2	82,2±14,0	102,2±10,0	85,1 – 93,5
GC - Gli	99,8±15,4	104,8±15,7	79,3±17,1	113,0±15,4	89,5±17,7	110,8±11,1	90,2±17,4	106,5±24,0	86,0±21,8	101,0±14,0	
Gli - Total	94,4±15,3 ^B	108,0±17,1 ^{AB}	84,9±17,7 ^B	107,4±14,3 ^{AB}	86,9±15,3 ^B	104,3±14,5 ^{AB}	86,5±13,8 ^B	103,0±19,6 ^{AB}	91,2±21,8 ^B	103,1±12,2 ^{AB}	
GA- Ht	29,2±4,9	28,5±3,0	29,2±3,2	27,0±3,0	28,7±3,0	25,0±8,8	28,5±3,1	27,3±3,4	28,2±4,3	26,3±3,3	
GB- Ht	30,5±5,0	28,2±4,1	28,2±4,0	28,2±2,9	28,2±4,0	28,0±3,3	28,7±3,4	27,3±3,9	28,2±3,9	27,3±3,5	
GC - Ht	31,8±3,7	31,0±2,5	31,0±2,9	31,3±6,1	31,2±4,9	29,5±5,5	30,5±4,0	28,5±5,3	29,8±4,8	28,0±5,1	-
Ht - Total	30,5±4,4 ^{AB}	29,2±3,4 ^B	29,5±3,4 ^B	28,8±4,4 ^B	29,4±4,0 ^B	27,5±6,4 ^B	29,2±3,5 ^B	27,7±4,0 ^B	28,7±4,2 ^B	27,2±3,9 ^B	
GA- Hb	9,9±1,6	9,7±1,0	9,9±1,1	9,2±1,0	9,8±1,0	9,4±1,2	9,7±1,1	9,3±1,2	9,6±1,5	9,0±1,1	
GB- Hb	10,4±1,7	9,6±1,4	9,6±1,4	9,6±1,0	9,6±1,4	9,7±1,1	9,8±1,2	9,3±1,3	9,6±1,3	9,3±1,2	
GC - Hb	10,8±1,2	10,5±0,9	10,6±1,0	10,7±2,1	10,6±1,7	10,0±1,9	10,4±1,4	9,7±1,8	10,1±1,6	9,5±1,7	-
Hb - Total	10,4±1,5 ^{AB}	9,9±1,2 ^B	10,0±1,2 ^B	9,8±1,5 ^B	10,0±1,4 ^B	9,7±1,4 ^B	9,9±1,2 ^B	9,4±1,4 ^B	9,8±1,4 ^B	9,2±1,3 ^B	

Médias seguidas por letras maiúsculas, nas linhas, distintas diferem significativamente pelo teste SNK para $p < 0,05$.

Médias seguidas por letras minúsculas, nas colunas, distintas diferem significativamente pelo teste T de *Student* para $p < 0,05$.

Tabela 10: Valores das concentrações e respectivos desvio padrões séricas do β -hidroxibutirato (β OHB) (mMol/ L), ácidos graxos não esterificados (NEFA) (mMol/L) de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas e o Total durante os cinco primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência.

Grupo	Momentos das coletas				
	1º dia de diarreia	2º dia de diarreia	3º dia de diarreia	4º dia de diarreia	5º dia de diarreia
GA- βOHB	0,0891 \pm 0,0752	0,0671 \pm 0,0451	0,0571 \pm 0,0239	0,0923 \pm 0,0418	0,0923 \pm 0,0418
GB- βOHB	0,1078 \pm 0,0422	0,0718 \pm 0,0326	0,1485 \pm 0,1255	0,0743 \pm 0,0625	0,1109 \pm 0,0296
GC - βOHB	0,1323 \pm 0,1786	0,1966 \pm 0,1719	0,0746 \pm 0,0566	0,1653 \pm 0,2536	0,1162 \pm 0,1197
GA- NEFA	1,4803 \pm 1,4763	1,1976 \pm 1,4472	1,1489 \pm 0,4075	0,9488 \pm 0,9826	0,9488 \pm 0,9826
GB- NEFA	0,4608 \pm 0,4763	0,5302 \pm 0,0911	0,6259 \pm 0,7687	0,4956 \pm 0,8470	1,4679 \pm 1,3688
GC - NEFA	0,5167 \pm 0,4678	0,9346 \pm 1,0378	1,1870 \pm 1,1114	0,9652 \pm 1,4688	1,8955 \pm 1,1661

Tabela 11: Valores das concentrações e respectivos desvio padrões das concentrações de nitrogênio ureico sanguíneo (BUN) (mMol/L), glicose (Gli) (mg/dL), hematócrito (Htc) e hemoglobina (Hb) de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas) e o Total durante o terceiro dia de patência das diarreias e valores de referência

Escala em horas	Momentos/ Hora 3º dia de diarreia				Valores de Referência (Freitas, 2009)
	M5 6:00h 50	M6 12:00h 56	M7 18:00h 62	M8 22:00h 66	
Grupo					
GA- BUN	7,8±2,6	6,7±2,7	7,0±3,0	7,3±2,6	7,8 – 10,2
GB- BUN	5,0±2,5	5,0±2,3	5,3±2,7	5,7±2,0	
GC - BUN	8,0±4,3	8,8±5,7	10,5±6,8	10,5±7,1	
GA- Gli	90,8±12,7	99,7±15,6	99,7±22,7	103,2±17,0	85,1 – 93,5
GB- Gli	80,5±15,6	90,7±16,2	92,2±6,6	99,0±14,8	
GC - Gli	89,5±17,7	90,3±9,2	101,0±11,1	110,8±11,1	
Gli - Total	86,9±15,3 ^B	93,6±13,9 ^{AB}	97,6±14,7 ^{AB}	104,3±14,5 ^A	
GA- Ht	28,7±3,0	27,7±3,0	27,3±3,0	25,0±8,8	-
GB- Ht	28,2±4,0	28,2±3,7	27,7±3,6	28,0±3,3	
GC - Ht	31,2±4,9	29,2±5,5	29,7±5,5	29,5±5,5	
Ht - Total	29,4±4 ^A	28,4±4 ^A	28,2±4,1 ^A	27,5±6,4 ^A	
GA- Hb	9,8±1,0	9,4±1,0	9,3±1,0	9,4±1,2	-
GB- Hb	9,6±1,4	9,6±1,3	9,4±1,2	9,7±1,1	
GC - Hb	10,6±1,7	9,9±1,9	10,1±1,9	10,0±1,9	
Hb - Total	9,97±1,4 ^A	9,64±1,4 ^A	9,59±1,4 ^A	9,72±1,4 ^A	

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas linhas, e minúsculas nas diferem significativamente pelo teste teste T de Student para $p < 0,05$

Não foi possível estabelecer qualquer relação das concentrações de BUN na análise de regressão, nos três grupos. Houve pouca variação das médias desta variável, e seus valores permaneceram dentro ou muito próximos, dos limites fisiológicos (Freitas, 2009). Este resultado reflete que, todos os protocolos utilizados foram eficientes para a manutenção da hidratação nos animais diarreicos.

A elevação das concentrações séricas do BUN está relacionada com o aumento da taxa de reabsorção da uréia nos túbulos proximais. A desidratação reduz o volume total circulante que, e em resposta aumenta a taxa de reabsorção no fluido tubular. Este processo ocorre mesmo que ainda não haja redução na taxa de filtração glomerular, entretanto o aumento da reabsorção de água implica também na reabsorção passiva da uréia (Cunningham, 2004; DiBartola, 2012).

As concentrações séricas de glicose, não variaram entre os momentos, mas apresentaram uma tendência de redução. Entretanto, não foi possível confirmar esse comportamento da glicemia em função do tempo, pela análise de regressão.

Os valores de glicemia encontrados neste experimento são semelhantes aos valores encontrados e discutidos na Capítulo III. A glicemia elevada nos animais pode ter ocorrido devido à quantidade de leite oferecida aos animais (8 litros por dia), somada à glicose presente nas soluções de hidratação administradas (20g/ L).

Embora a hipoglicemia seja um achado frequente nos trabalhos sobre diarreia nos neonatos bovinos (Michell, 1983; Philips, 1985; Michell, 1994; Berchtold, 1999; Naylor, 1999; Freitas, 2009), o manejo nutricional da propriedade associado ao uso das soluções poliônicas foi capaz de manter a glicemia dentro de valores normais.

Estes resultados influenciaram diretamente os resultados de β OHB e de NEFA, que não apresentaram variações estatísticas. As concentrações plasmáticas dos ácidos graxos não esterificados e da glicose em situação de jejum possuem correlação inversa e significativa, o que demonstra os ajustes metabólicos realizados para manutenção da homeostase em diferentes estados nutricionais (Webbet *al.*, 1969).

Quando a glicose e outros substratos energéticos se tornam menos disponíveis para oxidação é necessária a mobilização de reservas, representada pelo aumento da concentração de NEFA. Esta concentração no plasma é determinada pelos processos de lipólise e reesterificação, que são contínuos e dinâmicos. O NEFA é uma fração pequena do total de ácidos graxos presentes no plasma, apesar de representar sua fração mais ativa metabolicamente (Harper e Mayes, 1968). Estes ácidos graxos são originados da lipólise de triglicerídeos armazenados nos adipócitos e da ação da lipoproteína lipase durante a passagem dos triglicerídeos plasmáticos para os tecidos (Nelson e Cox, 2002). Em situações de nutrição adequada é provável que a lipólise continue na

mesma taxa. A disponibilidade de glicose representa papel importante no direcionamento de NEFA para a formação de glicerídeos por ser precursora da α -glicerofosfato. Quando há maior disponibilidade de glicose, aumenta a reesterificação de AGNE, o que resulta em menor quantidade de NEFA no plasma (Harper e Mayes, 1968).

Os valores de hematócrito e hemoglobina não variaram entre os momentos, mas apresentaram uma tendência de redução. Não foi possível determinar o comportamento do hematócrito e da hemoglobina em função do tempo, pela análise de regressão.

Análise do pH e densidade urinária

Na Tabela 11 e 12 estão apresentados os valores médios do pH e densidade urinária, nos diferentes momentos, para os três grupos: o Grupo A, hidratado com solução poliônica (com agente alcalinizante: Acetato/ administrado duas vezes em 24 horas), Grupo B hidratado com solução poliônica (com agente alcalinizante: Acetato/ administrado quatro vezes em 24 horas) e o Grupo C, hidratado com solução poliônica UFMG (com agente alcalinizante: Acetato e Bicarbonato/ administrado duas vezes em 24 horas).

Tabela 12: Valores médios e respectivos desvio padrões do comportamento do pH e densidade urinária de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas) e o Total durante os cinco primeiros dias de patência das diarreias e valores de referência.

Escala em horas	Momentos/ Hora										Valores de referência Freitas, 2009
	1º dia de diarreia		2º dia de diarreia		3º dia de diarreia		4º dia de diarreia		5º dia de diarreia		
Grupo	M1 6:00h	M2 18:00h	M3 06:00h	M4 18:00h	M5 06:00h	M8 22:00h	M9 6:00h	M10 18:00h	M11 6:00h	M12 18:00h	
	0	16	25	41	50	66	75	91	100	116	
GA- pHu	6,25±0,24	6,37±0,44	5,78±0,31	5,83±0,24	5,72±0,23	5,90±0,21	5,80±0,21	6,07±0,15	5,98±0,24	5,93±0,20	
GB- pHu	6,18±0,39	6,20±0,25	5,92±0,13	5,87±0,12	5,70±0,34	5,92±0,24	5,72±0,23	5,92±0,28	5,98±0,28	6,00±0,29	6,33 – 6,62
GC - pHu	6,20±0,37	6,90±0,83	6,45±0,63	7,02±0,75	6,52±0,73	7,03±0,68	6,33±0,59	6,98±0,81	6,33±0,46	6,67±0,68	
GA- Den	1016,0±4,6	1010,7±3,7	1025,3±10,2	1009,0±5,9	1021,6±9,1	1013,7±13,4	1023,0±7,0	1006,0±5,1	1016,8±4,6	1008,7±7,9	
GB- Den	1021, 3±11,8	1013,7±8,2	1015,0±8,0	1013,7±5,4	1017 ±7,7	1014,3±9,8	1016,3±8,8	1007,7±3,2	1011,7±5,4	1008,3±3,9	1011 - 1017
GC - Den	1018,0±7,3	1020,0±10,7	1021,3±10,3	1019,0±9,5	1020,0±11,3	1020,3±10,7	1025,0±8,6	1015,7±11,3	1016,0±6,2	1010,3±6,3	

Médias seguidas por letras maiúsculas, nas linhas, distintas diferem significativamente pelo teste SNK para p<0,05.

Médias seguidas por letras minúsculas, nas colunas, distintas diferem significativamente pelo teste T de *Student* para p<0,05

Tabela 13: Valores médios e respectivos desvio padrões do comportamento do pH e densidade urinária de bezerras submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia GA (animais hidratados com solução poliônica isotônica/ duas vezes a cada 24 horas), GB (animais hidratados com solução poliônica isotônica / quatro vezes a cada 24 horas), GC (animais hidratados com solução poliônica UFMG/ duas vezes a cada 24 horas) e o Total durante o terceiro dia de patência das diarreias e valores de referência.

Escala em horas	Momentos/ Hora 3º dia de diarreia				Valores de referência (Freitas, 2009)
	M5 6:00h	M6 12:00h	M7 18:00h	M8 22:00h	
Grupo	50	56	62	66	
GA- pHu	5,72±0,23	5,92±0,31	5,98±0,22	5,90±0,21	6,33 – 6,62
GB- pHu	5,70±0,34	6,07±0,25	5,87±0,21	5,92±0,24	
GC - pHu	6,52±0,73	6,52±0,60	6,80±0,74	7,03±0,68	
GA- Den	1021,6±9,1	1018,3±9,0	1013,5±11,5	1013,7±13,4	1011 - 1017
GB- Den	1017 ±7,7	1007,0±4,7	1013,3±4,1	1014,3±9,8	
GC - Den	1020,0±11,3	1022,3±11,7	1018,7±9,4	1020,3±10,7	

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas nas linhas, e minúsculas nas diferem significativamente pelo teste T de Student para $p < 0,05$

A análise de regressão do pH urinário demonstrou que houve diferença entre os grupos. Os grupos GA e GB apresentaram um comportamento de redução dos valores de pH urinário em função do tempo, em resposta a acidose metabólica. Os animais que foram hidratados com a solução poliônica apresentavam acidemia, e excreção de íons H^+ na urina, reduzindo o pH urinário, o que é uma resposta compensatória do organismo à acidose metabólica (DiBartola, 2012). Já no grupo GC, hidratado com solução poliônica UFMG, o comportamento do pH urinário em função do tempo foi de aumento (Gráfico 23).

O sistema renal exerce papel importante na manutenção do pH, pois é responsável pela composição e volume do líquido extracelular (Bookallil, 2012). Em resposta à acidose metabólica os rins são responsáveis pela excreção de NH_4^+ e aumento da reabsorção do HCO_3^- . Já a resposta a alcalose do sistema renal está diretamente relacionada com o aumento da eliminação de íon bicarbonato, e em alguns casos associada à retenção seletiva de cloreto. De um modo geral os rins são muito eficientes na excreção de álcalis administrados, em resposta à alcalose metabólica (Cunningham, 2004; DiBartola 2012).

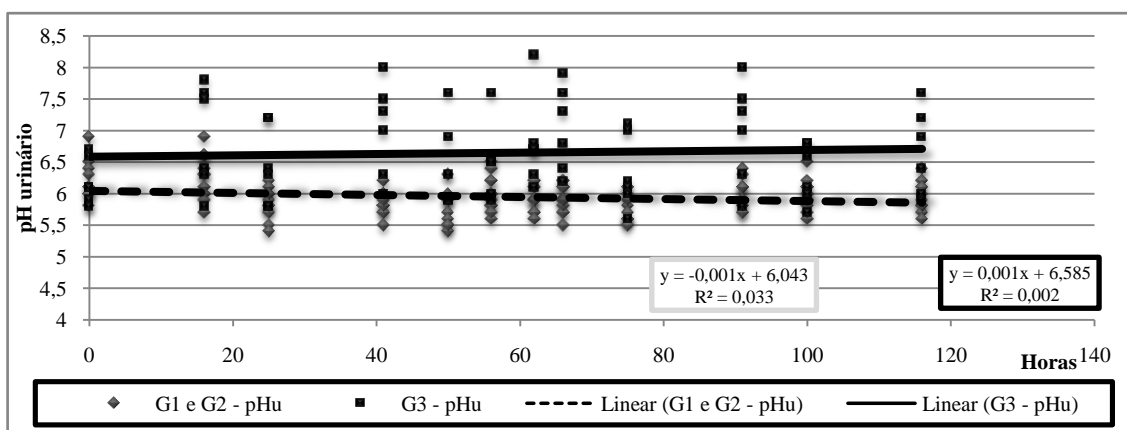


Gráfico 23: Regressão linear do comportamento do pH urinário de bezerras diarreicas submetidas a diferentes protocolos de fluidoterapia oral, durante os cinco primeiros dias de patência

Os valores de densidade urinária não variaram entre os momentos. Da mesma forma, não foi possível estabelecer relação entre a densidade urinária em função do tempo.

4. CONCLUSÕES

A análise dos perfis eletrolíticos e hemogasométricos e do pH e densidade urinária de bezerras submetidas à fluidoterapia oral com diferentes soluções poliônicas orais, durante os cinco primeiros dias do período de patência das diarreias naturalmente adquiridas, permite as seguintes conclusões:

- A fluidoterapia oral, em qualquer um dos três tratamentos, não teve efeito no controle/ interrupção dos episódios de diarreia, mas foi importante para a manutenção do prognóstico clínico favorável dos animais.
- A fluidoterapia oral, em qualquer um dos três tratamentos, na dose de 100mL por quilo de peso vivo foi efetivo na reposição hídrica das bezerras.
- Todos os animais submetidos a fluidoterapia oral, com a solução poliônica isotônica (GA e GB), independente do protocolo de administração, apresentaram algum grau alcalose metabólica iatrogênica no primeiro dia do período de patência das diarreias.
- Todos os animais submetidos a fluidoterapia oral com a solução poliônica isotônica (GA e GB), independente do protocolo de administração, apresentaram algum grau de acidose metabólica, a partir do segundo dia de patência das diarreias.
- A fluidoterapia, com a solução poliônica UFMG mostrou-se eficiente, durante os cinco dias avaliados, na manutenção do pH sanguíneo dentro dos limites fisiológicos durante o período de patência das diarreias, entretanto causou uma alcalose metabólica iatrogênica leve-moderada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, S.H.; HOLM, J.L.. Lactatê: physiology and clinical utility. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, v.18, n.2, p.123-132, 2008
- ANDREWS, J. M.; GRINDEN, C.B.. Interpreting electrolyte, anion gap, and total carbon dioxide data. *Veterinary Medicine*, v.95, n.7, p.548-553, 2000.
- ANGELOS, S.M.; VAN MESTRE, D.C.. Treatment of sodium balance disorders: water intoxication and salt toxicity. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.15, n.3, p. 587-606, 1999
- ARGENZIO, R.A.. Pathophysiology of Neonatal Calf Diarrhea. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.1, n.3, p.461-469, 1985.
- BERCHTOLD, J.. Intravenous fluid therapy of calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.15, n.3, p. 505-531, 1999.
- BERCHTOLD, J.. Treatment of calf diarrhea: intravenous fluid therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. v.25, n.1, p.73-99, 2009
- BOOKALLIL, M.J.. *pH of the blood: acid base balance*, 2012. Disponível em: http://www.usyd.edu.au/su/anaes/lectures/acidbase_mjb/frameversion.html. Acesso em: 20/06/2012.
- CARLSON, G.P.. Fluid electrolyte and acid-base balance. In: KANECO, J.. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5 ed.London: Academic Press, 1997. p. 485-515.
- CONNOR, H.; WOODS, H. F.; LEDINGHAM, J. G. Comparison of the kinetics and utilization of D(-) and L (+) – sodium lactate in normal man. *Ann Nutr Metab*, v. 27, p. 481-487, 1983.
- CONSTABLE, P.D.; WALKER, P. G.; MORIN, D. E. et al. Clinical and laboratory assessment of hydration status of neonatal calves with diarrhea. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.212, p.991, 1998.
- CONSTABLE, P.D.; THOMAS, E.; BOIRASME, B.. Comparison of two electrolyte solutions for the treatment of dehydrated calves with experimentally-induced diarrhoea. *Veterinary Journal*, n.162, p.129-140, 2001.
- CONSTABLE P. D; STÄMPFLI H. R.; NAVETAT, H.; et al. Use of a quantitative strong ion approach to determine the mechanism for acid-base abnormalities in sick calves. with or without diarrhea. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. V.19, p.581, 2005.
- CUNNINGHAM, J.G.. *Tratado de fisiologia veterinária*. 3ªed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, 454p.
- DAVIS, C.L.; DRACKLEY, J.K.. The development, nutrition, and management of young calf. In: *Feeding and management of the young calf*. Fowa: IWOA UNIVERSITY PRESS, 1998. 419.p.
- DIBARTOLA, S. P.. *Fluid, Electrolyte, and Acid-Base Disorders in Small Animal Practice*. 4ª ed. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier, 2012, 749.p.
- DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H. D.; STÖBER, M.. *Rosenberger: Exame Clínico dos Bovinos*. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 1993, 419p
- DRAGE, S.; WILKINSON, D.. Acid-base balance. *Pharmacology*, v.3, n.12, p.1-13, 2001.
- EWASCHUK, J. B.; JONATHAN, M. N.; GORDON, A. Z. D-Lactate in Human and

- Ruminant Metabolism. *American Society for Nutritional Sciences*, p. 1619-1625, 2005.
- FAYET, J.C.. Plasma and faecal osmolality, water kinetics and body fluid in neonatal calves with diarrhea. *British Veterinary Journal*, v.127, p.37-44, 1971.
- FREITAS, M.D. *Avaliação dos parâmetros clínicos e de patologia clínica em bezerras naturalmente infectados com diarreia neonatal*. 2009. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, MG.
- FREITAS, M.D. *Avaliação de diferentes protocolos de fluidoterapia em bezerras neonatos com diarreia*. 2013. 172f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, MG.
- GOMES, O. M.. *Interpretação clínicas das alterações ácido-básicas e distúrbio da oxigenação*. Belo Horizonte: Edictor, 1997, p.254.
- GUYTON A.C.; HALL, J.E.. Digestion and Absorption in the Gastrointestinal Tract. In: *Textbook of Medical Physiology*. 11^a ed. Pennsylvania: Elsevier Inc., 2006, p.808-817.
- HALL, G.A.; JONES, P.W.; MORGAN, J.H.. Calf Diarrhea. In: *Bovine medicine disease and husbandry of cattle*. Oxford: Blackwell, 1992. p. 154-180.
- HARPER, H. A.; MAYES, P. Metabolismo dos lipídeos. In: HARPER, H. A. *Manual de Química Fisiológica*. São Paulo: Atheneu Editora, 1968. Cap. 14. p. 261-298.
- LISBÔA, J.A.N.; BENESI, F.J.; LEAL, M.L.R. et al. Efeito da idade sobre o equilíbrio ácido-básico de bezerras sadias no primeiro mês de vida. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.39, p.136-142, 2002
- LORENZ, I.. Influence of D-lactate on metabolic acidosis and on prognosis in neonatal calves with diarrhoea. *Journal of veterinary medicine. A, physiology, pathology, clinical medicine*, v.51, p.425, 2004^A.
- LORENZ, I.. Investigations on the influence of serum D-lactate levels on clinical signs in calves with metabolic acidosis. *The Veterinary Journal*, n. 168, p.323-327, 2004^B.
- LORENZ, I.; VOGT, S. Investigations on the association of D-lactate blood concentrations with the outcome of therapy of acidosis, and with posture and demeanor in young calves with diarrhea. *Journal Veterinary Diagnosis and Investigation*, v.19, n.4, p.392-395, 2007.
- MICHELL, A.R.. Understanding fluid therapy. *Irish Veterinary Journal*, n. 37, p.94-103, 1983.
- MICHELL, A.R.. Salt, water and survival: acid test and basic advances in fluid therapy. *Irish Veterinary Journal*, n. 47, p.3-8, 1994.
- NAKAGAWA, M.; SUZUKI, K.; TAGUCHI, K.. Relationship between depression score and acid-base status in Japanese black calves with diarrhea. *Journal Veterinary Medicine Science*, v.69, n.5, p.549-552, 2007.
- NAYLOR, J.M.. Oral electrolyte therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.15, n.3, p. 487-504, 1999.
- NAYLOR, J.M.; ZELLO, G.A.; ABEYSEKARA, S.. Advances in oral and intravenous fluid therapy of calves with gastrointestinal disease. In: WORD BUIATRICS CONGRESS, 24., 2006, Nice, Paris. *Anais....* Nice: Societé Française de Buiatrie, 2006. p.139-150
- NELSON, D. L.; COX, M. M. Lehninger Princípios de Bioquímica. 3. ed. São Paulo: Sarvier. 2002. 975p.
- OMOLE, O.O.; NAPPERT, G.; NAYLOR, J.M. et al. Both L- and D- lactate contribute to metabolic acidosis in diarrheic calves. *The Journal of Nutrition*, v.131, p.2128-2132, 2001.
- PHILIPS, R.W.. Fluid therapy for diarrheic calves: what, how and much? *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.15, n.3, p.541-561, 1985
- RIBEIRO FILHO, J.D.; BAPTISTA FILHO, L.C.F.; SILVEIRA, C.O. et al. Hidratação enteral em bovinos via sonda nasogástrica por fluxo contínuo. *Ciência Animal Brasileira*, v.11, Supl, p.24-28, 2009.
- RIBEIRO FILHO, J.D.; GIMENES, A.M.; FONSECA, E.F. et al. Hidratação enteral em bovinos: avaliação de soluções eletrolíticas isotônicas administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo. *Ciência Rural*, v.41, n.2, p.285-290, 2011.
- ROSE, D.B.; POST, T.W.. *Clinical physiology of acid – base and electrolyte disorders*, 5ed., New York: McGraw – Hill, 2001. 992p.
- SAMPAIO, I.B.M. *Estatística Aplicada a experimentação animal*. Belo Horizonte: FEPMVZ 3^a Ed., 2010, p.264

SMITH, G. W.. Treatment of Calf Diarrhea: Oral Fluid Therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.25, n.1, p. 55-72, 2009.

SWEENEY, R.W.. Treatment of potassium balance disorders. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.*, v.15, n.3, p. 609-617, 1999.

TABACHNICK, B.; FIDELL, L. S.. *Using multivariate statistics*. 3^aed. New York: Harper Collins, 1997

TENNANT, B.; HARROLD, D.; REINAGUERRA, M.. Physiologic and metabolic factors in the pathogenesis of neonatal enteric infections

in calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association.*, n.161, v.9, p.993-1007, 1972.

WATIAUX, M.A.. Heifer raising – birth to weaning. Neonatal diarrhea. *Badcock Institute for International Dairy Research and Development*: University of Wisconsin-Madison, 2005.

WEBB, D. W.; HEAD, H. H.; WILCOX, C. J. Effect of age and diet on fasting blood and plasma glucose levels, plasma nonesterified fatty acids levels, and glucose tolerance in dairy calves. *J. Dairy Sci.*, v. 52, n. 12, p. 2007-2013, 1969.

CAPÍTULO V: CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da década de 70-80 as soluções poliônicas eletrolíticas orais assumem um papel determinante no tratamento de pacientes com diarreia. A fluidoterapia oral foi constantemente avaliada e teve sua eficácia comprovada no restabelecimento e manutenção do equilíbrio hidroeletrólítico, melhorando o prognóstico dos enfermos, independentemente da causa etiológica. O uso desta tecnologia é considerado um dos maiores avanços da medicina humana do século XX.

A fluidoterapia oral, na medicina veterinária, sobretudo para animais de produção, é a opção terapêutica mais adequada, pois fatores como limitação técnica, associados ao baixo custo das soluções comerciais, além da praticidade de administração do fluido justificam o seu uso.

Entretanto, no Brasil, há poucas pesquisas que visam avaliar diferentes protocolos e formulações destas soluções no tratamento de enfermidades que levam a alterações no perfil sérico eletrolítico e no estado ácido-base. Certamente as diarreias neonatais são as indicações mais evidentes para a utilização da fluidoterapia oral nos neonatos bovinos, e ainda assim, raros são os profissionais que utilizam e recomendam esta tecnologia.

Extremamente frequentes nos sistemas de criação as diarreias dos neonatos, juntamente com o complexo tristeza parasitária bovina, são as principais causas das elevadas taxas de mortalidade presente nesta categoria. O tratamento com antimicrobianos e anti-inflamatórios, embora usuais, não corrigem as alterações hidroeletrólíticas e metabólicas que se instalam nos animais e são as responsáveis pela morte dos enfermos.

A prática da fluidoterapia em bezerras diarréicas quer seja oral ou intravenosa é pontual, e pouco utilizada. Poucas propriedades possuem como protocolo de tratamento das diarreias neonatais a administração de soluções poliônicas eletrolíticas orais.

As enteropatias dos neonatos bovinos possuem um período de patência, normalmente, em torno de sete dias. Neste período, mesmo em animais submetidos à fluidoterapia oral, são observados sinais leves de desidratação, apatia, redução do consumo voluntário e em alguns casos é necessário a intervenção com a fluidoterapia intravenosa, associadas ou não com ao uso de medicamentos (antimicrobianos e anti-inflamatórios). Entretanto esta prática, usualmente, ameniza as alterações no

desequilíbrio hidroeletrólítico e ácido-base, favorecendo o prognóstico dos enfermos.

As alterações hidroeletrólíticas e do equilíbrio ácido-base de bezerras acometidas por casos naturais de diarreia são acidose metabólica, acompanhada de hiponatremia, hipercalemia, hipoglicemia, aumento na concentração do BUN, queda do pH urinário e aumento da densidade urinária. O terceiro dia de patência das diarreias dos neonatos é o momento determinante para o prognóstico dos animais, pois todos os mecanismos de compensação e tentativas de correção das alterações ácido-base já foram lançados e são observados com a hipercalemia, a hiperventilação reduzindo desta forma a PCO_2 e finalmente a excreção do excesso de íons H^+ na forma de íon amônio (NH_4^+) na urina. Portanto, a eficiência que cada animal possui para controlar a acidose metabólica é determinante entre a vida e a morte dos animais diarréicos (Freitas, 2009).

A interpretação dos resultados obtidos em bezerras hidratadas com soluções poliônicas isotônicas orais também infere que as alterações no estado ácido-base pioram com a evolução da diarreia dos neonatos.

Não é do conhecimento do autor que existam trabalhos semelhantes, que utilizem a fluidoterapia em casos naturais de diarreia, realizado a campo e que acompanhem a evolução deste enfermo tratado por períodos superiores há 48 horas. Outra particularidade observada em trabalhos de referência internacional está relacionada aos agentes alcalinizantes que apresentam concentrações superiores a 80mMol/L (acetato/ bicarbonato/ citrato) em contraste com o estudado no Capítulo III, que possui a concentração de 48-50mMol/L (bicarbonato/ acetato).

Pelo fato do presente estudo ter sido realizado em uma propriedade de exploração leiteira que possuía a hidratação oral como protocolo de tratamento das diarreias, a administração da fluidoterapia oral era efetuada, como recomendada, imediatamente após a identificação dos sinais clínicos dessa enfermidade. Dessa forma, os animais não apresentavam sintomas de desidratação, diferentemente dos trabalhos que avaliam eficiência da fluidoterapia oral em animais desidratados. Portanto, a proposta do presente trabalho foi a prevenção e correção das alterações no equilíbrio hidroeletrólítico e ácido-base, em animais diarréicos, visando, desta forma, melhorar o prognóstico dos animais enfermos.

Semelhante aos resultados encontrados por diversos autores as soluções eletrolíticas orais, testadas no Capítulo III, foram capazes de elevar as concentrações séricas de íons bicarbonato e alcalinizar o sangue em até duas horas após sua administração, causando uma alcalose metabólica iatrogênica, que foi compensada pela depressão respiratória e pela elevação das concentrações de PCO_2 , durante o primeiro dia de patência das diarreias dos neonatos.

Entretanto com evolução da diarreia e as contínuas perdas de eletrólitos nas fezes, as soluções poliônicas isotônicas mostram-se ineficazes na manutenção do pH sanguíneo dentro da faixa de normalidade, em 24 horas, nas soluções testadas, no Capítulo III, com as concentrações de agentes alcalinizantes propostas (48-50mMol/L, para bicarbonato e acetato respectivamente).

Outro fato importante deve ser levado em consideração é que não foram observadas mudanças nas concentrações e no comportamento do BUN. Este parâmetro reflete a taxa de filtração glomerular, portanto, podemos inferir que não houve um comprometimento do volume circulatório total, logo as soluções poliônicas isotônicas orais, na dose de 100mL/kg de peso vivo, foram eficazes na manutenção da hidratação dos enfermos.

Essa hidratação é de fundamental importância para o prognóstico dos animais doentes, pois a volemia adequada permite uma maior eficiência do sistema renal no controle do equilíbrio ácido-base. Dessa forma, os rins eliminam, na urina, íons H^+ na forma de NH_4^+ , além de outros ácidos orgânicos, especialmente o ácido láctico, que é um dos principais responsáveis pelo aumento da acidemia. Embora não mensurado no Capítulo III, é razoável aceitar que o acúmulo deste ácido, sobretudo o D-láctico, não tenha atingido concentrações muito elevadas, pois a maioria dos animais (71,4% - 10/ 14) não apresentaram sinais de depressão, principal sintoma, além da acidemia, relacionado com o acúmulo do ácido láctico. Outro fato que reforça esta hipótese é que, no segundo experimento, não houve variação das concentrações de lactato em nenhum dos grupos tratados.

Os resultados obtidos no primeiro experimento, descritos no Capítulo III, demonstraram que embora a utilização das soluções poliônicas isotônicas orais fossem eficientes na manutenção da hidratação dos enfermos, a partir do segundo dia de patência das diarreias os neonatos apresentavam acidose

metabólica leve. Entretanto a fluidoterapia foi de grande importância, prognóstica para os animais, pois evitou acidose metabólica se agravassem.

Estes resultados foram determinantes e alavancaram a realização do segundo experimento, descrito no Capítulo IV.

Dessa forma os objetivos iniciais do experimento II foi desenvolver estratégias que pudesse contornar essa condição observada no primeiro experimento à campo. Para tal, foi proposta a avaliação de três grupos experimentais com protocolos de fluidoterapia diferentes, visando a corrigir tanto o equilíbrio hídrico como o ácido-base.

O primeiro questionamento concentrava-se na administração da solução poliônica isotônica oral, pois como constatado do Capítulo III o tratamento proposto com duas administrações da solução (50 mL/ kg de peso vivo por vez, em 24 horas) causou nos animais uma alcalose iatrogênica, que compensada, principalmente, pela depressão respiratória e elevação das concentrações de PCO_2 . Dessa forma, dividiu-se em quatro vezes (25 mL/ kg de peso vivo por vez, em 24 horas) a dose a ser administrada por bezerra diarreica, afim de não causar uma alcalose iatrogênica, minimizando as respostas compensatórias do organismo e maximizando o efeito da fluidoterapia.

O segundo questionamento estava relacionado com a concentração dos agentes alcalinizantes nas soluções, dessa forma, o terceiro grupo experimental apresentou o dobro das concentrações desses agentes (48 mMol /L de bicarbonato e 50 mMol /L de acetato) e o tratamento foi administrado duas vezes ao dia (50 mL/ kg de peso vivo por vez, em 24 horas).

A interpretação dos resultados, obtidos no segundo experimento, nos permite ratificar que as diarreias dos neonatos bovinos se agravam com o aumento do período de patência. As cumulativas perdas de eletrólitos nas fezes, paralelo ao acúmulo de ácidos orgânicos, principalmente o ácido láctico, estão diretamente relacionadas com o aumento das concentrações de íons H^+ e conseqüente aumento da acidemia, que foram observados em todos os grupos, a partir do segundo dia de patência das diarreias.

Em resposta ao primeiro questionamento levantado, pelo segundo experimento, os animais que foram hidratados com solução poliônica isotônica, com concentrações de agentes alcalinizantes na dose de 50 mMol/ L (acetato de sódio), apresentaram comportamentos similares. Portanto, semelhante ao descrito no Capítulo III, independente do protocolo utilizado, a solução poliônica oral foi ineficaz na prevenção e

correção da acidose metabólica em bezerras com diarreia a partir do segundo dia de patência da enfermidade. Porém assim como descrito no Capítulo III, neste experimento, a fluidoterapia também foi de extrema importância prognóstica, pois durante os cinco primeiros dias do período de patência das diarreias a solução poliônica isotônica oral, foi eficaz na correção da hidratação, e evitou que houvesse o agravamento acidose metabólica nos animais diarreicos.

Os animais hidratados com a solução poliônica UFMG apresentaram resultados promissores.

As perdas cumulativas dos eletrólitos e possível acúmulo de ácidos orgânicos causados pelas diarreias acarretaram, mesmo com a reposição hidroeletrólítica, na redução do pH sanguíneo, que foi agravado com o aumento do período de patência da enfermidade. Este comportamento foi observado em todos os grupos, GA e GB a partir do segundo dia de patência, e GC a partir do quinto de dia de patência da enfermidade.

Somente o tratamento, que utilizava a solução UFMG, foi capaz de corrigir as alterações no equilíbrio acido-base, a partir do segundo dia de patência das diarreias. Este fato pode ser confirmado pela interpretação dos resultados obtidos durante o terceiro dia de patência da enfermidade. As bezerras do grupo GC, apresentaram resultados semelhantes ao descrito, no Capítulo III, no primeiro dia de

patência, ou seja, os animais desse grupo apresentaram um quadro de alcalose metabólica iatrogênica.

Nos animais pertencentes aos grupos GA e GB, mesmo após a administração da fluidoterapia oral, pode-se concluir que os tratamentos utilizados foram ineficazes, não reestabelecendo o pH sanguíneo aos valores fisiológicos. Em outras palavras, a reposição dos agentes alcalinizantes contidos nas soluções poliônicas isotônicas foram menores que as perdas cumulativas e as taxas diárias de depleção, portanto mesmo após o tratamento os animais apresentavam quadros de acidemia, que se agravavam como o aumento do período de patência. Entretanto, é importante salientar que, mesmo não prevenindo ou evitando a acidose metabólica a partir do segundo dia do período de patência das diarreias, a fluidoterapia foi importante pois, além de manter volemia e ser uma fonte de energia para os neonatos enfermos, ela evitou que acidemia se agravasse nos animais diarreicos.

Os resultados obtidos com a solução poliônica oral UFMGna prevenção e correção dos distúrbios acido-base e hidroeletrólítico durante os cinco dias de patência das diarreias foram satisfatórios. Entretanto, faz-se necessário estudos mais aprofundados avaliando sua utilização, uma vez que o período de patência dessa enfermidade pode se estender por um tempo maior.