

ANTONIO DE PÁDUA LIMA

**USO DE SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS ENTERAIS COM
DIFERENTES OSMOLARIDADES EM BEZERROS NEONATOS
HÍGIDOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

Lima, Antonio de Pádua, 1971-

L732u Uso de soluções eletrolíticas enterais com diferentes
2013 osmolaridades em bezerros neonatos hígidos / Antonio de Pádua
Lima. – Viçosa, MG, 2013.

xv, 77f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: José Dantas Ribeiro Filho.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 66-75.

1. Bezerros - Desidratação. 2. Hidratação. 3. Equilíbrio
hidro-eletrolítico (Fisiologia). 4. Regulação osmótica. 5. Saúde
pública veterinária. 6. Bezerro - Criação. 7. Sódio.

I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Veterinária.
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária. II. Título.


CDD 22. ed. 636.08939

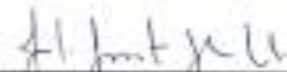
ANTONIO DE PÁDUA LIMA

**USO DE SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS ENTERAIS COM DIFERENTES
OSMOLARIDADES EM BEZERROS NEONATOS HÍGIDOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 08 de outubro de 2013.


Sara Vilar Dantas Simões


Júlio Augusto Naylor Lisboa


Maria Verônica de Souza


José Domingos Guimarães
(Coorientador)


José Dantas Ribeiro Filho
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a luz que ilumina o meu caminho e por me ajudar a seguir.

A minha família, que é a base de tudo, sem a qual não podemos crescer.

A minha esposa, companheira e amiga, Ticiania, por sempre estar ao meu lado.

Aos Departamentos de Medicina Veterinária (DVT) e Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

À Capes, pela concessão da bolsa de estudo de doutorado.

Ao meu orientador, José Dantas Ribeiro Filho, pela amizade, por me receber e ajudar a crescer profissionalmente.

A todos os companheiros que favoreceram a realização do experimento que originou esta tese, em especial a Átina Donner, Dyego Pimenta e Matheus Alfenas.

Ao professor JD (UFV), que tanto colaborou para a realização dessa tese.

Às secretarias da Pós-graduação, Rosi e Beth, por sua ajuda e pelo carinho para com todos os alunos da pós-graduação no DVT/UFV.

ÍNDICE

	Páginas
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	03
2.1 História da hidratação.....	03
2.2 História da hidratação na veterinária.....	05
2.3 Solução ideal.....	06
2.4 Tipos de soluções.....	08
2.5 Distribuição dos líquidos e eletrólitos corporais.....	10
2.6 Desidratação.....	10
2.7 Vias de hidratação.....	11
3. OBJETIVO	13
3.1 Objetivo geral.....	13
3.2 Objetivos específicos.....	13
4. HIPÓTESE	13
5. MATERIAL E MÉTODOS	14
5.1 Ética.....	14
5.2 Local.....	14
5.3 Animais.....	14
5.4 Instalação e manejo dos animais.....	14
5.5 Delineamento experimental.....	15
5.6 Preparo dos animais.....	15
5.7 Tratamentos.....	15
5.8 Tempos de avaliação clínica e laboratorial.....	16
5.9 Avaliação clínica.....	17
5.10 Avaliação das fezes.....	17
5.10.1 Aspecto das fezes.....	19
5.11 Avaliação laboratorial.....	19

5.11.1 Hemograma e exame bioquímico.....	19
5.11.2 Hemogasometria e ânion gap.....	20
5.11.3 Exame de urina.....	21
5.12 Análise estatística.....	22
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
6.1 Avaliação clínica.....	24
6.1.1 Frequência cardíaca (bpm).....	24
6.1.2 Frequência respiratória (mpm).....	24
6.1.3 Temperatura corpórea (°C).....	25
6.1.4 Tempo de enchimento capilar (s).....	25
6.1.5 Coloração das mucosas.....	27
6.1.6 Perímetro abdominal (cm).....	27
6.1.7 Motilidade intestinal.....	27
6.1.8 Peso corporal (kg).....	28
6.2 Análises laboratoriais.....	29
6.2.1 Número de hemácias ($\times 10^6/\mu\text{L}$).....	29
6.2.2 Hematócrito (%).....	29
6.2.3 Hemoglobina (g /dL).....	29
6.2.4 Volume corpuscular médio (μm^3), hemoglobina corpuscular média (%) e concentração de hemoglobina corpuscular média (%).....	31
6.2.5 Leucócitos ($\times 10^3/\mu\text{L}$).....	31
6.2.6 Proteína total (g /dL).....	33
6.2.7 Fibrinogênio (g /dL).....	33
6.2.8 Concentração de sódio (mMol/L).....	33
6.2.9 Concentração de potássio (mMol/L).....	35
6.2.10 Concentração de cloreto (mMol/L).....	36
6.2.11 Concentração de cálcio iônico (mMol/L).....	37
6.2.12 Concentração de magnésio (mMol/L).....	38
6.2.13 Osmolaridade sérica (mMol/L).....	39
6.2.14 Glicose plasmática (mg/dL).....	40
6.2.15 Lactato plasmático (mMol/L).....	41
6.2.16 Ureia (mg /dL).....	42
6.2.17 Creatinina (mg /dL).....	43

6.3 Avaliação hemogasométrica.....	44
6.3.1 pH sanguíneo (pH _v).....	44
6.3.2 Concentração de bicarbonato (cHCO ₃ ^{-v}).....	45
6.3.3 Concentração de base (cBase _v).....	46
6.3.4 Pressão parcial de dióxido de carbono (pCO ₂).....	47
6.3.5 Pressão parcial de oxigênio (pO ₂).....	48
6.3.6 Ânion gap (mMol/L).....	48
6.3.7 Concentração total de dióxido de carbono (tCO ₂).....	49
6.3.8 Concentração total de oxigênio (tO ₂).....	50
6.3.9 Saturação de oxihemoglobina (sO ₂).....	50
6.4 Urinálise.....	51
6.4.1 Coloração da urina.....	51
6.4.2 Aspecto da urina.....	52
6.4.3 Densidade da urina	53
6.4.4 pH urinário.....	54
6.4.5 Sódio urinário (urNa ⁺).....	55
6.4.6 Potássio urinário (urK ⁺).....	57
6.4.7 Cloreto urinário (urCl ⁻).....	58
6.4.8 Osmolaridade da urina (urOsm).....	59
6.4.9 Proteínas, corpos cetônicos e glicose urinária.....	60
6.5 Consistência das fezes.....	60
6.6 Volemia.....	63
7. CONCLUSÕES.....	65
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXO 1.....	76
ANEXO 2.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Animais alojados em baias individuais com cama de maravalha, sondados, ligados ao recipiente da solução por equipo espiral longo.....	17
--	----

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Achados de Carl Schmidt em crianças híidas e com cólera em comparação com os valores normais expressos por Gamble 195304
- Tabela 2.** Composição em gramas e osmolaridade mensurada das soluções hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper).....16
- Tabela3.** Escores de classificação do aspecto das fezes em bezerros19
- Tabela 4.** Valores médios e desvios-padrão das variáveis clínicas em bezerros neonatos híidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....26
- Tabela 5.** Valores médios e desvios-padrão da motilidade intestinal em bezerros neonatos híidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....28
- Tabela 6.** Valores médios e desvios-padrão das variáveis hematimétricas em bezerros neonatos híidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....30
- Tabela 7.** Valores médios e desvios-padrão do número de leucócitos em bezerros neonatos híidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por

sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....32

Tabela 8. Valores médios e desvios-padrão do fibrinogênio em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....33

Tabela 9. Valores médios e desvios-padrão da concentração plasmática de sódio em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....35

Tabela 10. Valores médios e desvios-padrão da concentração plasmática de potássio em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....36

Tabela 11. Valores médios e desvios-padrão da concentração plasmática de cloreto em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....37

Tabela12. Valores médios e desvios-padrão da concentração plasmática de cálcio ionizado em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....38

Tabela 13. Valores médios e desvios-padrão da concentração de magnésio sérico em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper)

administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....39

Tabela 14. Valores médios e desvios-padrão da osmolaridade sérica em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....40

Tabela 15. Valores médios e desvios-padrão da glicose plasmática em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....41

Tabela 16. Valores médios e desvios-padrão do lactato plasmático em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....42

Tabela 17. Valores médios e desvios-padrão da ureia sérica em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....43

Tabela 18. Valores médios e desvios-padrão da creatinina sérica em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....44

Tabela 19. Valores médios e desvios-padrão do pH sanguíneo em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda

nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....45

Tabela 20. Valores médios e desvios-padrão da concentração de bicarbonato em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....46

Tabela 21. Valores médios e desvios-padrão da concentração de base em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....47

Tabela 22. Valores médios e desvios-padrão da pressão parcial de dióxido de carbono em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....48

Tabela 23. Valores médios e desvios-padrão da pressão parcial de oxigênio em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....48

Tabela 24. Valores médios e desvios-padrão do ânion gap em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....49

Tabela 25. Valores médios e desvios-padrão da concentração total de dióxido de carbono em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper)

administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....	50
Tabela 26. Valores médios e desvios-padrão da concentração total de oxigênio em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....	50
Tabela 27. Valores médios e desvios-padrão da saturação de oxihemoglobina em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....	51
Tabela 28. Frequência da coloração da urina em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....	52
Tabela 29. Frequência do aspecto da urina em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....	53
Tabela 30. Valores médios e desvios-padrão da densidade urinária em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....	54
Tabela 31. Valores médios e desvios-padrão do pH urinário em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda	

nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....55

Tabela 32. Valores médios e desvios-padrão da concentração de sódio na urina em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....57

Tabela 33. Valores médios e desvios-padrão da concentração de potássio na urina em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....58

Tabela 34. Valores médios e desvios-padrão da concentração de cloreto na urina em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....59

Tabela 35. Valores médios e desvios-padrão da osmolaridade urinária em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....60

Tabela 36. Frequência da consistência das fezes em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas.....62

Tabela 37. Valores médios e desvios-padrão da volemia em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em

fluxo	contínuo,	durante	12
horas.....			64

RESUMO

LIMA, Antonio de Pádua, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2013. **Uso de soluções eletrolíticas enterais com diferentes osmolaridades em bezerros neonatos hígidos.** Orientador: José Dantas Ribeiro Filho. Coorientador: José Domingos Guimarães.

No presente estudo foram avaliados os efeitos de soluções eletrolíticas enterais administradas via sonda nasogástrica de pequeno calibre em fluxo contínuo sobre parâmetros clínicos e laboratoriais de bezerros neonatos hígidos. Foram utilizados 18 bezerros, com média de idade de 20 dias, raça holandesa, peso corporal médio de 52kg e clinicamente hígidos. Alojados em baias individuais arejadas, com cama macia, limpeza diária, alimentados com 1 litro de leite, fornecido quatro vezes ao dia e água *ad libitum*. Empregou-se o delineamento totalmente casualizado, considerando a interação de animal, tratamento e tempo. O estudo foi dividido em três grupos de seis animais cada, grupo SEHipo contendo 4g de cloreto de sódio; 0,5g de cloreto de potássio; 1g de acetato de sódio; 7,5g de dextrose diluídos em 1.000mL de água (osmolaridade mensurada: 207 mMol/L); grupo SEIso contendo 5g de cloreto de sódio; 1g de cloreto de potássio; 2g de acetato de sódio; 10g de dextrose diluídos em 1.000mL de água (osmolaridade mensurada: 290 mMol /L); grupo SEHiper contendo 6g de cloreto de sódio; 1g de cloreto de potássio; 3g de acetato de sódio; 15g de dextrose diluídos em 1.000mL de água (osmolaridade mensurada: 360 mMol /L). As soluções eletrolíticas foram administradas na dose de 15mL/kg/h durante 12 horas, via sonda nasogástrica em fluxo contínuo. Os parâmetros foram avaliados nos tempos T0h, T6h, T12h e T24h. A hidratação enteral por sonda nasogástrica de pequeno calibre em fluxo contínuo foi bem tolerada pelos animais. A hidratação enteral com soluções eletrolíticas ocasionou expansão da volemia, aumento da motilidade intestinal e diurese. A solução eletrolítica hipotônica não alterou a concentração do sódio e da osmolaridade séricos e não gerou o aparecimento de diarreia nos animais, enquanto a SEIso e a SEHiper promoveram a elevação das concentrações de eletrólitos plasmáticos e diarreia. A quantidade de dextrose utilizada nas SEHipo e SEIso não foi suficiente para causar aumento da glicose plasmática, ao passo que a quantidade de acetato de sódio contida nas soluções eletrolíticas enterais, principalmente SEHipo e SEIso, não foi suficiente para ocasionar aumento na reserva alcalina (cBase_v).

ABSTRACT

LIMA, Antonio de Pádua, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2013. **Use of hypotonic electrolyte solution in healthy newborn calves.** Adviser: José Dantas Ribeiro Filho. Co-adviser: José Domingos Guimarães.

In the present study, the effects of hydroelectrolytic solutions administered in healthy newborn calves through a nasogastric small caliber probe over clinical, blood biochemistry, plasma volume, feces and urine parameters were evaluated. We used 18 calves, on average 20 days old, Holsteins, mean body weight of 52 kg and clinically healthy. Housed in individual stalls ventilated, with soft bedding, daily cleaning, fed with 1 liter of milk supplied four times a day and water *ad libitum*. A completely randomized design was used, considering the effects of animal, treatment, and time. The study was divided into three groups of six animals each group HypoES containing 4g of sodium chloride, 0.5 g potassium chloride, 1 g sodium acetate, 7.5 g dextrose diluted in 1,000 ml of water (measured osmolality: 207 mOsmol / L); IsoES group containing 5g of sodium chloride, potassium chloride 1g, 2g of sodium acetate, 10g dextrose diluted in 1,000 ml of water (measured osmolality: 290 mOsmol / L), group containing 6 g HyperES sodium chloride, 1 g of potassium chloride, 3g of sodium acetate, 15g dextrose diluted in 1,000 ml of water (measured osmolality: 360 mOsmol / L). The solutions were administered continuously through a nasogastric small caliber probe at a dose of 15 mL/kg/h during 12 hours. The parameters were evaluated before and 6, 12, and 24 hours after the treatment began. The enteral fluid therapy administered was well tolerated by the animals. The enteral fluid therapy with electrolyte solutions resulted in expansion of blood volume, increased intestinal motility and diuresis. The hypotonic electrolyte solution did not change the concentration of serum sodium and osmolality, and did not generate the appearance of diarrhea in animals, while IsoES and HyperES promoted the increase in plasmatic electrolyte concentrations and diarrhea. The amount of dextrose used in HypoES and IsoES was not sufficient to increase plasma glucose, whereas the amount of sodium acetate contained in enteral electrolytic solutions, especially HypoES and IsoES, was not sufficient to increase alkaline reserve (BE).

1 INTRODUÇÃO

A história da hidratação como tratamento essencial de várias enfermidades é descrita há séculos antes de Cristo. O primeiro relato do uso de soluções no tratamento de pacientes desidratados vem da Índia do séc. X ao VI ac. O cirurgião, fisiatra e mágico Sushruta, recomendava o uso de caldo de vegetais enriquecidos com melão e sal no tratamento de doenças que levassem a desidratação. Nos séculos XIX e XX, grandes epidemias de cólera dizimaram milhões de vidas em todo o planeta, essa calamidade deu início a um processo investigativo que culminou com as modernas técnicas de reposição hídrica, eletrolítica e equilíbrio ácido base.

Os desequilíbrios hidroeletrolíticos e ácido base são comuns na maioria das doenças que acometem os animais domésticos, presentes em enfermidades de diversos sistemas, sendo responsáveis por milhões de dólares anuais de prejuízo gastos em tratamento e reposição desses animais. A correção desses desequilíbrios é feita utilizando-se soluções eletrolíticas, normalmente é realizada por via intravenosa, permitindo a infusão rápida de soluções eletrolíticas diretamente no espaço vascular, sendo imprescindível nos casos de desidratação intensa e choque hipovolêmico. No entanto, seu custo é elevado, principalmente quando se trata de grandes animais, considerando que para muitas condições clínicas, grandes volumes de soluções têm que ser administradas para reposição de perdas e manutenção da hidratação, além de muitas vezes as soluções eletrolíticas disponíveis comercialmente não têm a composição que o paciente necessita.

Uma alternativa é a hidratação enteral por via nasogástrica. Essa modalidade terapêutica é tão eficaz na recomposição dos desequilíbrios hidroeletrolíticos e ácido base quanto a intravenosa, com a vantagem de serem menos dispendiosa (Ribeiro Filho et al., 2009), podendo as soluções eletrolíticas ser infundidas por longos períodos com o uso de sondas de pequeno calibre em fluxo contínuo, permitindo ao animal permanecer em baía com acesso à água e alimento.

A Hidratação enteral (HET) via sonda nasogástrica de pequeno calibre em fluxo contínuo ainda é pouco utilizada, isto ocorre por que ainda há profissionais que desconhecem a sua eficácia e as vantagens que essa via oferece. Essa técnica permite que os animais sejam mantidos em baía sem a necessidade de contenção física e com acesso livre à alimentação. O fato de minimizar o estresse causado pela contenção e evitar reintroduções frequentes da sonda, reduz o risco de lesões no esôfago e na

faringe, efeitos adversos usualmente observados quando se utiliza a HET em *bolus* com sonda de maior calibre (Avanza, 2004; Ribeiro Filho et al., 2004). Uma outra vantagem dessa técnica é o fato de produzir menor pressão sobre a mucosa e ocasionar menor desconforto para o paciente, fato particularmente importante para tratamentos prolongados.

A maioria dos relatos sobre o uso de soluções eletrolíticas em bovinos consiste na detecção dos efeitos de soluções eletrolíticas isotônicas e hipertônicas. Nos últimos anos, estudos realizados em crianças com soluções eletrolíticas enterais têm mostrado que as soluções hipotônicas são mais eficazes do que as isotônicas na recomposição das perdas hídricas e diminuição da intensidade da diarreia e vômito. As soluções hipotônicas maximizam a absorção de água e eletrólitos, aumentam a volemia, sendo apontadas como mais eficazes nos tratamentos de desidratação, diarreias e acidose em humanos (Rautanen et al., 1994). Soluções eletrolíticas isotônicas podem causar hipernatremia, hiperclôremia e acidose, como é o caso da solução de cloreto de sódio a 0,9%, já as soluções hipertônicas retiram água do espaço extracelular para o lúmen intestinal, que em casos de diarreia e desidratação é um efeito indesejável (Sosa León et al., 1995). Baseado nos resultados obtidos em seres humanos e equinos adultos e considerando que não há dados sobre o uso desse tipo de solução em bovinos, foram avaliados os efeitos de solução eletrolítica enteral hipotônica e comparados com soluções eletrolíticas isotônica e hipertônica em bezerros neonatos administradas por via enteral em fluxo contínuo sobre parâmetros clínicos e laboratoriais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. História da hidratação

Os relatos mais antigos sobre técnicas de hidratação estão escritos no livro védico Sushruta Samitha, que data de 600 a 1000 ac. onde se encontram descrições de tratamentos, instrumentais, procedimentos cirúrgicos e estudos anatômicos realizados por um fisiatra de nome Sushruta, que viveu na região do Punjab ente 1500 a 2000 ac. Preconizava como tratamento de doenças que levassem a desidratação, caldo de cenoura com sal e enriquecido de melação de cana, água de coco e chá de ervas com mel (Bhishagratna, 1911; Kansupada e Sassani, 1997).

No ano de 1612, Sanctorius, na cidade de Pádua, fez o primeiro experimento científico sobre a perda imperceptível de água pelo organismo, quantificando e demonstrando esse volume (Kleinman et al., 2003). Stevens, em 1831, conceituou a necessidade da reposição hídrica como terapia de suporte para pacientes acometidos de cólera (Kleinman et al., 2003). No mesmo ano, O'Shaughnessy determinou a quantidade de minerais, principalmente sódio, contido no sangue e perdido nas fezes de paciente com cólera, demonstrando que a desidratação indicava a condição fisiológica dos pacientes, causada pelas perdas de água e eletrólitos, recomendando o uso de soluções contendo cloreto de sódio e bicarbonato na reposição dessas perdas (Gamble, 1953). Essas recomendações foram utilizadas por Latta, que tratou pacientes coléricos em coma, utilizando solução contendo 0,4 % de cloreto de sódio e 0,3 % de bicarbonato de sódio por via intravenosa, relatando que os pacientes apresentavam uma melhora milagrosa e que eram necessários 2 a 3 litros de solução para sua estabilização (Gamble, 1953; Kleinman et al., 2003). Infelizmente a comunidade médica da época não aceitou o novo tratamento, os conservadores se opunham ferrenhamente ao uso de bicarbonato de sódio em soluções injetadas diretamente no espaço venoso, além de questionar a quantidade preconizada (Gamble, 1953).

Em 1850, o professor de bioquímica da Universidade de Dorpat na Estônia, Carl Schmidt, descreveu em detalhes o volume diário e a estrutura química das secreções digestivas de animais. Durante a epidemia de cólera que atingiu a cidade, realizou estudos analisando o sangue de pessoas híginas, comparando-o com pacientes acometidos por cólera (Tabela 1). Mensurou a perda de água e eletrólitos nas fezes e vômitos desses pacientes, observando que eles desenvolviam acidose metabólica

durante o curso da doença causada pela desidratação (Gamble, 1953; Holliday, 1996; Kleinman et al., 2003).

Tabela 1. Achados de Carl Schmidt em crianças híidas e com cólera em comparação com os valores normais expressos por Gamble 1953

<i>Soro sanguíneo</i>	<i>Gamble (1953)</i>	<i>Carl Schmidt, 1850</i>	
Cátions (mEq/L)		Híidos	Cólera
Na ⁺	142	139	117
K ⁺	5	8	11
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	8	9	4
Ânions (mEq/L)			
HCO ₃ ⁻ *	27	22	5
Cl ⁻	103	104	87
HPO ₄	2	4	5
SO ₄	1	2	6
Ac. Orgânicos			
Proteínas	16	18	23
Total	310	312	264

* HCO₃⁻ = total de cátions – ânions mensuráveis.

Durante o período de 1890 à primeira guerra mundial, pediatras alemães conduziram experimentos em amostras de tecidos de diversos órgãos de crianças que foram a óbito por desidratação, causadas por doenças que cursavam com diarreia, estabelecendo sua composição e comparando com tecidos de crianças que tiveram morte por causas agudas, que não sofreram perdas em sua composição (Gamble, 1953).

No ano de 1915, Holt observou e mediu a perda de eletrólitos nas fezes de crianças acometidas por diarreia. Em 1916, os pesquisadores Howland e Marriot demonstraram a instalação de acidose grave em crianças que apresentavam diarreia e outras doenças espoliantes. No mesmo ano Schloss e Stetson relataram achados semelhantes aos de Howland e Marriot, no entanto relatavam a utilização de solução de bicarbonato como terapêutica no tratamento da acidose apresentada pelos pacientes. Em 1926, Powers e Marriot estabeleceram o conceito que a anidremia (desidratação) era a causa da morte de crianças acometidas por diarreia, pela perda não só de água,

mas de grande quantidade de eletrólitos (Gamble, 1953; Holliday, 1996; Kleinman et al., 2003).

Gamble conduziu, em 1922, uma série de estudos que definiram a fisiopatologia dos distúrbios hidroeletrólíticos durante a infância. Darow, em 1930, estudou a dinâmica dos líquidos e eletrólitos no organismo humano e foi o primeiro a definir a compartimentalização dos líquidos corporais em extracelular e intracelular, além de observar a movimentação da água nestes compartimentos e observar a importância do sódio e do cloreto na manutenção desse equilíbrio (Kleinman et al., 2003).

Na década de 60, médicos americanos que foram para o Vietnã, trataram vários surtos de cólera com base nos avanços da fisiologia gastrointestinal ocasionados pelos relatos de Schultz sobre o transporte de sódio e glicose no intestino delgado, utilizaram soluções que tinham como base esses elementos, obtendo sucesso no tratamento e recuperação de pacientes coléricos. Essas soluções evoluíram e na década de 70, a Organização Mundial da Saúde (OMS) começou a utilizar a solução de reidratação oral (ORS) como tratamento padrão das epidemias que cursavam com diarreia e vômito em adultos e crianças, obtendo uma eficácia de mais de 95 % (Holliday, 1996; Oral Rehydration Salts, 2006).

Essa solução era composta por 111 mMol/L de glicose, 90 mEq/L de sódio, 80 mEq/L de cloreto, 30 mEq/L de bicarbonato e 20 mEq/L de potássio, solução isotônica com osmolaridade 311 mMol/L. Vários estudos foram conduzidos para adequação das quantidades de sódio e glicose nas soluções, em 2001 a OMS promoveu um encontro de seus pesquisadores e associados em Nova York, no qual foram apresentados os resultados das pesquisas dos últimos 20 anos e no ano de 2005 foi lançada a nova solução de hidratação oral que apresentava modificações nas quantidades de sódio (75 mEq/L) e glicose (75 mMol/L), com uma osmolaridade de 245 mMol/L, sendo hipotônica (Holliday, 1996; Nalin et al., 2004; Oral Rehydration Salts, 2006).

2.2 História da hidratação na veterinária

Segundo McClure (2001) os estudos com soluções de hidratação oral na veterinária começaram em 1971. O referido autor cita que, inicialmente, os pesquisadores utilizaram a mesma solução recomendada para tratamento de crianças e adultos acometidos de diarreia aguda. Brooks et al. (1998) relataram que as pesquisas com soluções eletrolíticas orais foram divididas em fases. A primeira consistiu no

desenvolvimento de produtos que visavam à correção dos desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base. Nesse processo foram utilizados os mesmos parâmetros empregados em humanos, ou seja, restauração do volume extracelular, recomposição eletrólítica e correção ácido base. No entanto, essas soluções não supriam às necessidades dos animais debilitados e dos neonatos, assim iniciou-se a segunda fase. Nesta etapa, visou-se estabelecer a quantidade do precursor de energia ideal para recompor a taxa glicêmica, além de auxiliar na absorção de sódio, pois os bezerros podem desenvolver hiponatremia nos processos que acometem o sistema digestório, principalmente nos casos de diarreia.

Uma terceira fase foi relatada em que se realizam estudos dos efeitos das soluções sobre as vilosidades intestinais, verificando as consequências das diversas soluções sobre o epitélio da mucosa intestinal, além de verificar o efeito sistêmico dessas soluções. Essa fase se estende até os dias atuais (Brooks et al., 1998).

2.3. Solução ideal

A solução ideal para reidratação é formulada para repor água e eletrólitos de acordo com a necessidade individual do paciente. A composição da solução é baseada nos exames laboratoriais como a hemogasometria, a mensuração de eletrólitos e a taxa glicêmica. Essas determinações são importantes para caracterizar e avaliar a intensidade do desequilíbrio hidroeletrólítico e ácido base (Ribeiro Filho et al., 2007). Muitas vezes é desejável modificar a composição das soluções baseando-se nos resultados laboratoriais ou nos sinais clínicos para aumentar o valor terapêutico das mesmas. Portanto, o principal desafio na correção dos desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base nas grandes espécies é a elaboração de protocolos de tratamentos práticos, eficazes e econômicos para a recomposição e manutenção da volemia e da homeostase desses animais (Avanza, 2007).

Constable et al. (2001) relataram que não se conhecia a solução de hidratação oral ideal para ruminantes e que havia muita controvérsia a respeito da composição de uma solução eletrólítica eficaz nessa classe de animais. Atualmente, as pesquisas divergem sobre a quantidade de eletrólitos, fontes de energia e a osmolaridade ideal que devem ter essas soluções. As soluções enterais hiperosmóticas, com grande quantidade de glicose, eram apontadas como facilitadores da absorção de sódio, no entanto, grandes volumes destas soluções no trato intestinal podem funcionar como

laxante osmótico, resultando no aparecimento de diarreia nos animais (McClure, 2001). Smith (2009) cita que soluções com sódio acima de 120 mMol/L podem causar dilatação do abomaso e íleo, além de predispor ao aparecimento de distúrbios gastrointestinais decorrentes do alto valor do sódio e considera que o estudo sobre a utilização de hidratação enteral com soluções isosmóticas e hiposmóticas está muito longe de ser esgotado, pois ainda há pouca informação sobre o uso das mesmas.

Com base em estudos apresentados na reunião de especialistas associados à OMS e UNICEF realizado em Nova York em 2001, foi recomendada alteração na osmolaridade da solução de reidratação oral (ORS), de 311 mOsm/L para 245 mOsm/L. Essa redução foi decorrente do decréscimo na quantidade de sódio (75 mEq/L) e glicose (75 mMol/L) que na solução com osmolaridade de 311 mOsm/L era 90 mEq/L e 111mEq/L, respectivamente. A nova solução foi testada e aprovada para uso em adultos e crianças com diarreia, à exceção de crianças com diarreia ocasionada por cólera, pois nesses pacientes pode ocorrer o aparecimento de hiponatremia subclínica quando tratadas com essa solução. A nova ORS reduz em 20 % a produção fecal, em 30 % os episódios de vômito e 33 % a necessidade do uso de terapia intravenosa e em 2005, começou a ser utilizada em escala global (Oral Rehydration Salts, 2006).

O uso da nova solução de hidratação oral recomendada pela OMS suscitou debates sobre seu uso, onde vários relatos apontavam a solução como causadora de problemas em crianças tratadas que desenvolveram hiponatremia (Hoorn et al., 2004; Choong et al., 2007). No entanto, estudos realizados em crianças demonstraram que o uso de soluções eletrolíticas orais não causava diminuição das concentrações de sódio plasmático. Mesmo se o indivíduo ingerisse grande quantidade de água, os rins eram capazes de excretar mais de 15 litros/dia sem muita alteração das concentrações do eletrólito (Moritz e Ayus, 2010). Já o uso de soluções eletrolíticas isotônicas intravenosas, como a de NaCl a 0,9 %, pode levar à instalação de um quadro hipernatrêmico. Se a solução for infundida em grandes quantidades ou por muito tempo pode elevar a quantidade de sódio causando hipernatremia (Liamis et al., 2009; El-Bayoumi et al., 2012).

2.4. Tipos de soluções

As soluções podem ser classificadas de acordo com sua natureza física (cristalóides e colóides) e osmolaridade (hipotônicas, isotônicas e hipertônicas), sendo as cristalóides mais comumente usadas (Constable, 2003; DiBartola, 2012). Podendo ainda ser classificadas em soluções de reposição ou de manutenção. Os cristalóides de reposição têm composição semelhante ao líquido extracelular (LEC), com quantidades de sódio e potássio próximas às encontradas no LEC, enquanto as soluções de manutenção têm concentrações de sódio menores e maiores quantidades de potássio (DiBartola, 2012). Os cristalóides são soluções capazes de penetrar em todos os compartimentos corporais sendo constituídos de água e solutos que podem ter ou não eletrólitos; exemplos dessas soluções são a de NaCl 0,9 %, Ringer, Ringer com lactato e glicose 5 %, que tem ação principalmente nos espaços intersticial e intracelular (DiBartola, 2012).

Os principais eletrólitos componentes de soluções de hidratação são o sódio, cloreto, potássio, alcalinizantes e carboidratos (Rainger e Dart, 2006). O sódio é o principal cátion extracelular; o volume do LEC e sua osmolaridade são determinados pela sua concentração, já que neste compartimento estão 70 % do sódio do organismo (DiBartola, 2012). Distúrbios na concentração sérica de sódio podem levar a hipernatremia e expansão do LEC, ocasionando edema, hipertensão arterial, aumento da pressão intracraniana, com hemorragias e desmielinização do sistema nervoso, ou hiponatremia que pode levar o indivíduo a desidratação e lesões nervosas por edema cerebral (Reece, 2006; DiBartola, 2012).

O íon cloreto representa dois terços dos ânions do plasma, é importante na manutenção da osmolaridade e no equilíbrio ácido base. Sua absorção intestinal, quase sempre é associada ao sódio, de modo a manter a eletroneutralidade; sua absorção no jejuno ocorre pela resposta elétrica gerada pelo transporte ativo de sódio através do epitélio. Em média, 90% do sódio e do cloreto que chegam ao cólon são absorvidos (DiBartola, 2012). Aumento nas concentrações plasmáticas de cloreto está associado à acidose (acidose hiperclorêmica), enquanto sua diminuição plasmática está associada à alcalose (Reece, 2006; DiBartola, 2012).

O potássio é o principal cátion no líquido intracelular (LIC), tem participação ativa em diversos processos bioquímicos do organismo, contração muscular, metabolismo de carboidratos e transmissão dos impulsos nervosos. O potássio é

responsável pela pressão osmótica dentro das células, sendo facilmente repostos pela dieta, já que a maioria dos alimentos tem o íon, mas doenças gastrointestinais podem causar hipocalemia (Reece, 2006; DiBartola, 2012).

A acidose metabólica é uma alteração comum na clínica de bovinos. O principal tampão utilizado em soluções de hidratação para corrigir a acidose metabólica é o bicarbonato (Kasari e Naylor, 1986; Naylor et al., 2006). No entanto, seu uso excessivo pode levar a vários distúrbios como alcalose iatrogênica e edema cerebral. Nos bezerros neonatos, outro problema é a ação direta do bicarbonato sobre o pH do abomaso, a alcalinização resultante da utilização deste tampão interfere na coagulação do leite e dificultando sua digestão (Naylor et al., 1990; Naylor et al., 2006; Leal et al., 2007; Constable et al., 2009). Uma alternativa é o uso de tampões metabolizáveis como o propionato de sódio, o lactato L e o acetato de sódio entre outros, que após serem metabolizados elevam a concentração de bicarbonato e glicose no organismo, sendo o acetato o que apresenta melhor efeito em bezerros neonatos (Naylor et al., 1990; Naylor et al., 2006; Leal et al., 2007; Constable et al., 2009).

O acetato de sódio é utilizado na preparação de soluções eletrolíticas orais e parenterais. Tem a função de corrigir a acidose metabólica e auxiliar na manutenção da glicemia, pois seu metabolismo produz glicose e CO₂, que é convertido em bicarbonato pela anidrase carbônica (Naylor et al., 1990; Naylor et al., 2006; Leal et al., 2007; Waller e Lindinger, 2007; Constable et al., 2009; DiBartola, 2012). O acetato só é efetivo como agente alcalinizante após ser metabolizado, não podendo ser utilizado em casos de acidose metabólica intensa. Porém, não apresenta as desvantagens do bicarbonato quando utilizado em soluções orais para bovinos neonatos, como alcalinização do pH abomasal, o que não permite a coagulação do leite interferindo na sua digestão, levando à fermentação do leite não digerido, acidose láctica e agravamento da acidose metabólica (Naylor et al., 1990; Naylor et al., 2006; Leal et al., 2007; Constable et al., 2009).

Os carboidratos exercem efeito sobre a osmolaridade e densidade de soluções, auxiliam na absorção de sódio pelo mecanismo de co-transporte existente no intestino delgado e são componentes essenciais na formulação de soluções eletrolíticas enterais, pois muitas vezes os animais apresentam anorexia e déficit glicêmico no curso das enfermidades, principalmente animais jovens (Gomes, 2010; Ribeiro Filho et al., 2012).

Os colóides são constituídos de substâncias de alto peso molecular, por seu tamanho não conseguem permear a membrana celular íntegra. São utilizados como expansores de volume em casos de choque hipovolêmico e hipoalbuminêmias graves, sendo restritos ao espaço intravascular e podem causar coagulopatias ou reações anafiláticas (Constable, 2003; DiBartola, 2012). São exemplos destas soluções o plasma fresco ou congelado, dextranas, amido hidroxietil e fluidos carreadores de oxigênio à base de hemoglobina.

2.5. Distribuição dos líquidos e eletrólitos corporais

O corpo animal tem de 60 a 70 % de água sob a forma de soluções aquosas distribuídas dentro das células (LIC) com dois terços do conteúdo líquido e o restante no espaço extracelular (LEC), que é composto pelo líquido intersticial, líquido intravascular e transcelular ou líquido das cavidades corpóreas (Reece, 2006). Nos herbívoros, principalmente nos ruminantes, a água contida no sistema digestório corresponde a aproximadamente 15 % do peso corpóreo (Reece, 2006).

O LIC e o LEC estão em equilíbrio pela dinâmica da movimentação entre os espaços, apesar da composição eletrolítica e o volume serem diferentes. A direção da difusão da água através das membranas ocorre dependendo da força osmótica de cada compartimento no organismo, determinada pela quantidade de líquido e soluto. Conhecer estas variações é de grande importância para se estimar os desequilíbrios hidroeletrólíticos nas diversas enfermidades e estipular o tratamento (DiBartola, 2012).

O sódio é o íon em maior quantidade no LEC, e é responsável pela maior parte da osmolaridade neste espaço, sendo o cloreto e o bicarbonato os ânions mais comuns (Reece, 2006; DiBartola, 2012). O potássio é o cátion em maior quantidade no LIC, seguido pelo magnésio enquanto os fosfatos e as proteínas são os principais ânions (Reece, 2006; DiBartola, 2012).

2.6. Desidratação

Os desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base estão associados a diversas enfermidades que acometem os bovinos (Ribeiro Filho et al., 2011). As causas mais comuns em ruminantes são: disfagia, obstrução esofágica, diarreia, poliúria, peritonite

difusa, pleurite difusa, obstrução pilórica, ectopias de abomaso, obstruções intestinais, acidose láctica ruminal, choque endotoxêmico e septicêmico (Lisboa, 2004). Frequentemente a reidratação é utilizada para restabelecer a homeostase pela correção eletrolítica, reposição de fluido e fornecimento de uma fonte de energia, o que otimiza o volume sanguíneo, melhorando o aporte de líquido e nutrientes para os compartimentos orgânicos (Constable, 2003).

A avaliação da desidratação é uma análise subjetiva com base nos seus sinais clínicos, observando-se a perda de peso corporal, aumento da frequência cardíaca, ressecamento de mucosas, diminuição da elasticidade da pele, enoftalmia, aumento do tempo de enchimento capilar e na palpação das extremidades, que em casos extremos, onde o animal pode entrar em choque, elas se encontram com a temperatura baixa causada pela vasoconstrição (Radostits et al., 2010). Além dos sinais clínicos, a desidratação pode ser avaliada por meio de análises laboratoriais em que se detecta elevação dos valores de volume globular, da concentração plasmática de proteína, de íons e da densidade da urina (Meyer et al., 1993; Kaneko et al., 2008; DiBartola, 2012).

Diarreia é a principal causa de morte de bezerros com menos de um mês de idade, podendo a maioria dos casos ser tratada com soluções de reidratação oral (McClure, 2001). Em humanos ela é também considerada uma das principais causas de morbidade e mortalidade em crianças por ocasionar o aparecimento de desequilíbrio hidroeletrólítico e ácido base (Nivín, 2010). De acordo com Samadi et al. (1998) estima-se que ocorreram, em um período de cinco anos (1978 a 1983), 750 milhões a um bilhão de casos de diarreia aguda em humanos na Ásia e que ocorrem cerca de 3 a 6 milhões de casos anualmente na África e na América Latina.

2.7. Vias de hidratação

As vias de administração de fluidos, comumente utilizadas em ruminantes são a intravenosa e a oral. A via intravenosa permite infusão rápida de fluidos, recupera a hidratação, corrige os desequilíbrios eletrolíticos e ácido base e aumenta a secreção no trato gastrointestinal. Esta via por permitir a infusão rápida do volume de reposição é sempre imprescindível nos casos de desidratação intensa e choque hipovolêmico (Ribeiro Filho et al., 2012). Em regra geral, a velocidade máxima de administração de fluido por via intravenosa é de 10 a 20 mL/kg/h (Seahorn e Cornick-Seahorn, 1994).

A via oral e a nasogástrica são uma forma fisiologicamente segura para se administrar fluidos, pois a mucosa do trato gastrointestinal atua como uma barreira seletiva natural para absorção, não exigindo fluidos estéreis e de composição finamente ajustada (Lopes, 2002a). Por isso, a hidratação enteral (HET) via sonda nasogástrica de pequeno calibre é uma alternativa de reposição hídrica e eletrolítica eficiente e econômica quando o paciente necessita de grandes volumes de soro. O uso desta técnica, empregada com sucesso em equinos e bovinos, permite que os animais sejam mantidos em baias sem contenção, enquanto a hidratação é administrada continuamente, sendo seguro permitir o acesso dos animais ao alimento.

A HET por via nasogástrica aumenta o volume plasmático, restabelece a concentração plasmática de eletrólitos, pode ser utilizada para regular o pH sanguíneo, aumentar a umidade da digesta, estimular as secreções gástricas, além de promover a diurese (Lopes, et al., 2002b; Ribeiro Filho et al., 2004). Essa via permite que diferentes tipos de soluções sejam formulados para recompor os desequilíbrios identificados em um paciente, além de criar um reservatório de água e eletrólitos no trato gastrintestinal (Lopes et al., 2003).

Existem algumas situações em que não se recomenda o uso da HET, tais como: desidratação intensa, choque hipovolêmico, refluxo enterogástrico, animais em decúbito, obstrução intestinal, distensão gastrintestinal e atonia intestinal (Ribeiro Filho et al., 2009). Nesse caso é recomendado que se utilize a hidratação intravenosa, que promove a infusão rápida de grande volume necessário para a reposição e correção dos desequilíbrios hidroeletrólíticos (Ribeiro Filho et al., 2011).

3 OBJETIVO

3.1. Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi verificar e comparar o efeito da hidratação enteral utilizando-se soluções eletrolíticas com diferentes osmolaridades, em fluxo contínuo, por meio de sonda nasogástrica de pequeno calibre sobre parâmetros clínicos e laboratoriais em bezerros neonatos hígidos.

3.2. Objetivos específicos

Constatar e comparar os efeitos das soluções eletrolíticas enterais hipotônica, isotônica e hipertônica administradas por sonda nasogástrica de pequeno calibre em fluxo contínuo a bezerros neonatos hígidos sobre:

- Parâmetros clínicos (Temperatura retal, coloração da mucosa (oral e conjuntival), tempo de enchimento capilar (TEC), frequência cardíaca, frequência respiratória, motilidade intestinal, contorno abdominal e peso corporal).
- Parâmetros bioquímicos (Concentrações de sódio, potássio, cálcio ionizado, cloreto, proteínas totais, magnésio, ureia, creatinina, glicose, lactato, osmolaridade).
- Parâmetros hemogasométricos (pH, pressão parcial de oxigênio, pressão parcial do dióxido de carbono, concentração de bicarbonato, concentração de base titulável, concentração total do dióxido de carbono, saturação de oxigênio, ânion gap).
- Hemograma (hematócrito e número de eritrócitos)
- Urianálise (Cor, aspecto, densidade, volume, pH, proteína, glicose, corpos cetônicos, osmolaridade, concentração de sódio, cloreto e potássio).
- Avaliação do aspecto das fezes.

4 HIPÓTESE

A solução eletrolítica hipotônica enteral é mais eficaz na expansão da volemia sem ocasionar o aparecimento de desequilíbrios eletrolíticos e alteração na consistência das fezes quando comparada à isotônica e hipertônica, tornando-se mais uma opção para hidratação de bezerros.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Ética

O projeto seguiu as Normas de Conduta para o Uso de Animais no Ensino, Pesquisa e Extensão do Departamento de Veterinária (DVT) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). O delineamento experimental foi submetido à Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Viçosa, sendo aprovado sob o protocolo de número 031/2012.

5.2. Local

O experimento foi realizado no Setor de Bovinocultura de Leite – Depto de Zootecnia (DZO) – Universidade Federal de Viçosa (UFV) – Viçosa - Minas Gerais e as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica do Departamento de Veterinária (DVT) - UFV– Viçosa-MG, no período de 01/09/2012 a 15/11/2012. O município de Viçosa apresenta altitude de aproximadamente 648 metros, com coordenadas geográficas paralelo de 20°, 45', 14", latitude S e meridiano de 42°, 52', 55", longitude W Gr. O clima é tropical de altitude e a temperatura média anual é de 19°C.

5.3. Animais

Foram utilizados 18 bezerros, machos (6) e fêmeas (12), raça Holandesa, com idade média de 20 dias e clinicamente hígidos, com peso corporal médio de 52 kg e sem histórico de doença gastrointestinal, que foram cedidos pelo Setor de Bovinocultura de Leite - Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

5.4. Instalação e manejo dos animais

Os bezerros permaneceram em baias individuais de 2x3 m com cama de maravalha, trocada diariamente, foram alimentados com um litro de leite quatro vezes ao dia num total de quatro litros (em mamadeira) e água *ad libitum*, fornecida em

bebedouro individual durante o período experimental. Durante o período de tratamento, os animais permaneceram em jejum hídrico e alimentar.

5.5. Delineamento experimental

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em três grupos, cada um contendo seis animais e receberam tratamento durante 12 horas, sendo observados por mais 12 horas após a interrupção da hidratação.

5.6. Preparo dos animais

Antes de iniciar o tratamento foi introduzida uma sonda nasoesofágica sendo fixada ao cabresto. A sonda foi conectada ao equipo em espiral através do qual a solução fluiu de um galão com capacidade para 20 litros, posicionado acima da cabeça do animal. Para administração das soluções, os animais permaneceram em baia individual durante toda a fase experimental (Figura 1).

Antes do período experimental, os bezerros passaram por exame físico, onde foi observado seu estado corpóreo, comportamento e presença de ectoparasitas. Foram mensuradas as frequências cardíaca e respiratória e os movimentos intestinais, foi aferida a temperatura retal, se observou o tempo de enchimento capilar, o turgor cutâneo, a coloração de mucosas, o posicionamento do globo ocular com relação à órbita, o perímetro abdominal e o peso corporal. Procedeu-se uma avaliação da características macroscópicas das fezes e sua consistência.

5.7. Tratamentos

Os animais receberam soluções eletrolíticas elaboradas com cloreto de sódio¹, cloreto de potássio², acetato de sódio³ e dextrose⁴ diluídos em de água. As soluções foram elaboradas com os mesmos componentes em diferentes concentrações (Tabela 2), obtendo-se uma solução eletrolítica hiposmótica (SEHipo), uma isosmótica (SEIso) e uma hiperosmótica (SEHiper).

¹ Cloreto de sódio – Laboratório Sulfal - Floresta, Belo Horizonte – MG

² Cloreto de potássio – Laboratório All Chemistry – Jabaquara –São Paulo - SP

³ Acetato de sódio - Laboratório Sulfal - Floresta, Belo Horizonte – MG

⁴ Dextrose – Laboratório Sulfal - Floresta, Belo Horizonte – MG

Os animais receberam o tratamento durante doze horas, no volume de 15 mL/kg/h por via nasogástrica, com sonda de 4 mm de diâmetro e 150 cm de comprimento, acoplada por meio de um equipo em espiral longo a um recipiente com capacidade de 20 litros de solução (Figura 1).

A água para o preparo das soluções foi proveniente da Estação de Tratamento de Água (ETA-2) da Universidade Federal de Viçosa que abastece o Departamento de Zootecnia e o Hospital Veterinário.

Tabela 2. Composição em miliequivalentes e osmolaridade das soluções hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) empregadas para hidratação enteral em bezerros neonatos hígidos

Tratamento			
Composição	SEHipo	SEIso	SEHiper
Sódio (Na ⁺)	79,9 mEq	108,5 mEq	137,1 mEq
Cloreto (Cl ⁻)	75,1 mEq	98,9 mEq	116 mEq
Potássio (K ⁺)	6,7 mEq	13,4 mEq	13,4 mEq
Acetato de sódio (C ₂ H ₃ O ₂ ⁻)	11,5 mEq	23 mEq	34,5 mEq
Dextrose (C ₆ H ₁₂ O ₆)	33,5 mEq	45 mEq	67,5 mEq
Osmolaridade mensurada	207 mOsmol/L	290 mOsmol/L	360 mOsmol/L

5.8. Tempos de avaliação clínica e laboratorial

As avaliações dos parâmetros clínicos e as coletas de amostras para exames laboratoriais foram realizados nos seguintes tempos:

- T0h – imediatamente antes do início do tratamento
- T6h – seis horas de tratamento
- T12h – 12 horas de tratamento (final da hidratação)
- T24h – 12 horas após término da hidratação.

Foram coletadas fezes dos animais nesses tempos, para avaliação do percentual de umidade das fezes.

A preparação e avaliação dos animais foram iniciadas às seis horas, onde foram aferidos os parâmetros clínicos e realizadas as coletas de amostras para análises laboratoriais do tempo T0h. Os animais começaram a ser hidratados às sete horas,

recebendo a infusão das soluções eletrolíticas enterais e permanecendo em jejum hídrico - alimentar até às 19 horas. Os animais retornaram a dieta após a avaliação clínica e coletas de amostras para exames no tempo T12h. As coletas no tempo T24h foram efetuadas após 12 horas da última alimentação.



Figura 1. Animais alojados em baias individuais com cama de maravalha, sondados, ligados ao recipiente da solução por equipo em espiral longo

5.9. Avaliação clínica

A avaliação clínica foi executada com base nas recomendações de Feitosa (2008).

- ✓ **Temperatura retal** – mensurada em graus Celcius (°C) por meio de termômetro clínico analógico de vidro utilizado em grandes animais, após três minutos.
- ✓ **Coloração da mucosa (oral e conjuntival)** – avaliadas e classificadas pelo mesmo avaliador em: brancas (0); rosadas (1); vermelhas (2); cianóticas (3).

- ✓ **Tempo de enchimento capilar** – Obtido em segundos, observando-se o enchimento total da mucosa gengival abaixo dos dentes incisivos inferiores, imediatamente após a mesma receber pressão digital.
- ✓ **Frequência cardíaca** – aferida pela contagem dos batimentos cardíacos por minuto (bpm) por ausculta das bulhas cardíacas na região dos 4° e 5° espaços intercostais esquerdos, utilizando-se estetoscópio.
- ✓ **Frequência respiratória** – avaliada por observação dos movimentos toracoabdominais durante um minuto (mpm).
- ✓ **Motilidade intestinal** – realizado com estetoscópio nos flancos superiores e inferiores do abdome, observando-se a intensidade e frequência dos movimentos, durante um minuto por quadrante. Classificados em: atonia (0); hipomotilidade (1); normomotilidade (2); hiperomotilidade (3).
- ✓ **Perímetro abdominal** – foi padronizado o ponto médio da fossa paralombar para passagem de uma fita métrica ajustada no perímetro da região para mensuração em centímetros do contorno abdominal.
- ✓ **Peso corporal** – mensurado por meio de balança calibrada com capacidade de mensuração para 1.000 kg⁵.

5.10. Avaliação das fezes

Durante toda a fase experimental (T0h à T24h) foi observada a consistência das fezes e classificado segundo parâmetros (Tabela 3) modificados de Dirksen et al. (1993).

⁵ Búffalus – Balanças do Brasil, Londrina – PR.

5.10.1 Aspecto das fezes

O aspecto das fezes foi avaliado em quatro tempos da pesquisa: 0, 6, 12 e 24 horas. As fezes foram coletadas diretamente do reto e classificadas quanto ao seu aspecto (Tabela 3) em seguida a coleta.

Tabela 3. Aspecto das fezes em bezerros

Classificação	Aspecto	Características
0	Ressecadas	Fezes secas com muco
1	Pastosas bem formadas	Fezes pastosas formando discos firmes
2	Pastosas	Fezes bem pastosas devido à umidade aumentada
3	Diarreicas	Fezes líquidas

5.11. Avaliação laboratorial

5.11.1. Hemograma e exame bioquímico

A coleta de sangue foi realizada após antissepsia, por venopunção jugular, utilizando agulhas⁶ e frascos Vacutainer⁶ contendo anticoagulante (ácido etileno diamino tetracético - EDTA) para a realização do hemograma. O hematócrito foi determinado pela técnica do microhematócrito⁷ utilizando-se tubos capilares de 75 mm, centrifugados a 700G durante cinco minutos. No contador automático de células sanguíneas⁸ foram analisadas as amostras de sangue para contagem de eritrócitos, hemoglobina, volume corpuscular médio (VCM), concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM), plaquetas e leucócitos totais.

Para realização das análises bioquímicas^{9,10,11,12} a coleta de sangue foi efetuada utilizando frascos com fluoreto de sódio¹³ para obtenção de plasma e frascos vacutainer

⁶ Vacutainer BD – Bacton e Dckison Ind. Cirúrgica LTDA., Brasil.

⁷ Microcentrifuga Modelo 2410 – Fanem LTDA. São Paulo – SP.

⁸ Humacount Plus – Human GmbH, Max Planck-Rng21, Wesbaden – Alemanha.

⁹ Aparelho Bioquímico – HumaStar 300- Human. Distribuido por in vitro Diagnostica Ltda. Itabira – MG.

¹⁰ Advanced Micro-Osmometer Model 3320 – Advanced Instruments, INC. – Massachusetts – USA.

¹¹ ABL80 FLEX – Radiometer Copenhagen.

¹² Fotômetro de Chama – B462 – Micronal S/A – São Paulo – SP.

¹³ Frasco siliconizado a vácuo – 5 mL – fluoreto de sódio – Vacuum II.

siliconizados, sem anticoagulante¹⁴, para obtenção do soro. As alíquotas de soro e plasma foram mantidas congeladas a -20°C até o momento das análises laboratoriais para determinação das concentrações de: proteínas totais (obtida por meio do método colorimétrico, reagente comercial Bioclin[®]), magnésio (método colorimétrico Mann Yoe, reagente comercial Bioclin[®]), ureia (método enzimático UV por cinética de tempo fixo, reagente comercial Bioclin[®]) e creatinina (método colorimétrico por cinética de tempo fixo, reagente comercial Bioclin[®]). No plasma foram determinados glicose (método enzimático colorimétrico GOD-PAP, reagente comercial Bioclin[®]) e lactato (método enzimático UV lactato desidrogenase, reagente comercial Bioclin[®]).

A osmolaridade foi mensurada nas amostras de soro e urina por osmômetro¹⁰.

A volemia foi calculada por meio da fórmula

$$V\% = \left[\left(\frac{PP1}{PP2} \right) - 1 \right] \cdot 100$$

V - Volemia

PP1 – Proteína plasmática inicial

PP2 – Proteína plasmática final

Fonte: Kaneko et al., 2008.

5.11.2. Hemogasometria e Ânion Gap

As amostras de sangue foram coletadas anaerobicamente, através de punção da jugular, em seringas plásticas descartáveis de 2 mL previamente heparinizadas com heparina litium e acondicionadas em água com gelo e encaminhadas imediatamente à análise em hemogasômetro¹¹ para mensuração das seguintes variáveis:

- Sódio (Na⁺) - (Método da potenciometria)
- Potássio (K⁺) - (Método da potenciometria)
- Cálcio ionizado (Ca⁺⁺) - (Método da potenciometria)
- Cloreto (Cl⁻) - (Método da potenciometria)
- pH do sangue venoso (Método da potenciometria)
- Pressão parcial de oxigênio do sangue venoso – pO_{2v} (Método da amperometria)
- Pressão parcial do dióxido de carbono do sangue venoso – pCO_{2v} (Método da potenciometria)

¹⁴ Frasco siliconizado a vácuo – 10 mL sem anticoagulante – Vacuum II.

- Concentração total do dióxido de carbono do sangue venoso – tCO_{2v} (Método da condutância)
- Concentração de bicarbonato do sangue venoso – $cHCO_3^-_v$ (Método da potenciometria)
- Concentração de bases tituláveis do sangue venoso – $cBase_v$ (Método da potenciometria)
- Concentração total do oxigênio do sangue venoso – tO_{2v} (Método da condutância)
- Saturação de oxigênio do sangue venoso – sO_{2v} (Método da espectrofotometria)
- Valores de ânions gap (AG) – Calculado pelo software do aparelho utilizando a fórmula: $[(AG) = (Na^+ + K^+) - (Cl^- + HCO_3^-)]$ (Constable, 1999).

5.11.3. Exame de urina

A região do prepúcio e vulva foi higienizada com água e toalhas de papel antes de cada coleta, que foi procedida por meio de massagem na região prepucial nos machos e abaixo da vulva nas fêmeas.

Amostras de urina foram coletadas e acondicionadas em frasco coletor de 60 mL, e imediatamente analisadas por meio do exame físico (cor, aspecto). Com um refratômetro¹⁵, foi mensurado a densidade da urina e com fita de reagente¹⁶ foram determinados o pH, glicose, proteína e corpos cetônicos. No aparelho de análises bioquímicas foi mensurado o cloreto, no osmômetro a osmolaridade da urina e no aparelho fotômetro de chama foi aferido sódio e potássio. Foram atribuídos escores conforme metodologia proposta por Gomes (2010).

- Cor – Incolor (0); Amarelo claro (1); Amarelo (2); âmbar (3).
- Aspecto – Límpido (0); Ligeiramente turvo (1); Turvo (2).
- Proteína – Ausente (0); Discreta (1); Moderada (2); Elevada (3).
- Glicose – Ausente (0); Discreta (1); Moderada (2); Elevada (3)
- Corpos cetônicos – Ausente (0); Discreta (1); Moderada (2); Elevada (3)

¹⁵ Atago Urine Specific Gravity Refractometer – Atago CO., LTD, Cat.n°315 – Japão.

¹⁶ Fita reagente para urinálise - Uriquest® Plus - Labtest– Lagoa Santa – MG.

5.12. Análise estatística

Empregou-se o programa estatístico SAEG 9.1 (SAEG-UFV, 2007) para análise dos dados. Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA (análise de variância), baseada em planejamento de medidas repetidas, ou seja, foi avaliado cada tratamento em vários tempos de acompanhamento. Além de avaliar a influência do tratamento foi analisada a influência do tempo, bem como a interação entre o tratamento e o tempo. Quando a análise foi significativa para um ou mais fatores foi utilizado o teste de Tukey.

Quando não foi possível o uso da análise de variância, foi utilizada análise não paramétrica e os valores médios foram comparados pelo teste Kruskal-Wallis.

Todas as análises foram interpretadas considerando a significância de 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$).

Para os dados não qualitativos foi empregada a análise descritiva dos mesmos, observando-se sua frequência e distribuição.

6 Resultados e Discussão

Não se observou nenhuma reação de incomodo por parte dos animais ao uso da sonda nasogástrica de pequeno calibre. A sua permanência durante a fase de hidratação (12 horas) nos animais não ocasionou sinal de desconforto, como também não foi evidenciado em caprinos por Atoji et al. (2012), em bovinos adultos por Avanza et al. (2004) e Ribeiro Filho et al. (2011). Farias (2010), Gomes (2010) e Pessin (2012), utilizaram a mesma técnica em equinos e também não foram observados sinais de desconforto nos animais testados. No entanto, Lopes (2002b) relatou incômodo e irritação nasal em equinos causada pela sonda nasogástrica, segundo o autor isso ocorreu pelo fato dos animais esfregarem o focinho na parede e balançarem a cabeça constantemente tentando retirar a sonda. Ribeiro Filho et al. (2009) relataram um efeito indesejável do uso de sonda de pequeno calibre em bovinos adultos, que é a possibilidade de seu retorno oral, que foi observado em dois animais de seu estudo, no entanto esse fato não foi observado no presente estudo.

A administração das soluções eletrolíticas no volume de 15 mL/kg/h durante 12 horas, foi bem tolerada por todos os animais, ou seja, não foram detectadas distensão ou dor abdominais. Apenas nos animais do tratamento SEHiper observou-se discreta distensão abdominal, no entanto, sem aparentar sinais de desconforto. Os estudos de Rose et al. (1981), Sosa Leon et al. (1997), Avanza (2007), Farias (2010) e Pessin (2012) em animais da espécie equina e também no ensaio de Ribeiro Filho et al. (2011), em bovinos, apresentaram resultados semelhantes. Ressaltando que todos os autores utilizaram volume análogo ao do presente estudo e não relataram a ocorrência de anormalidade durante toda a fase experimental.

Utilizando 20,37 mL/kg/h de uma solução eletrolítica enteral durante seis horas, Lopes (2002b) observou, em equinos, sinais de dor abdominal. Distensão abdominal excessiva, dor e deslocamento do cólon maior foram também observados por Ribeiro Filho (2003), entretanto, o referido autor detectou essas anormalidades durante o tratamento de compactação do cólon maior em equinos, induzida experimentalmente, com dose de 16 mL/kg/h em *bullus*. Ribeiro Filho et al. (2009) utilizaram dose entre 10 a 20 mL/kg/h durante 12 horas em bovinos adultos via sonda nasogástrica de pequeno calibre e relataram o aparecimento de distensão abdominal em um animal dos 72 bovinos participantes do estudo. Uma das vantagens dessa modalidade de

hidratação é permitir a infusão de soluções eletrolíticas de forma contínua e lenta, impedindo a distensão acentuada do trato digestivo (Ribeiro Filho et al., 2009).

Assim como no presente estudo, há na literatura relatos da utilização de soluções eletrolíticas isotônicas enterais no volume de 15 mL/kg/h em bovinos e equinos (Avanza et al., 2009; Gomes, 2010; Ribeiro Filho et al., 2011), nos quais não foram observados sinais de desconforto abdominal decorrente da composição e do volume empregado. A composição da solução deve ser observada, pois, segundo Smith (2009) soluções contendo concentrações elevadas de sódio ou carboidratos podem levar a dilatação do abomaso e intestino em ruminantes devido à transferência do líquido extracelular para o lúmen do trato gastrointestinal. Além disso, como cita o referido autor, soluções hipertônicas podem diminuir a taxa de esvaziamento do abomaso, gerando o aparecimento de *ileus*.

6.1. Avaliação clínica

6.1.1. Frequência Cardíaca (bpm)

A frequência cardíaca não apresentou diferença ($P>0,05$) entre tratamentos e nos tratamentos no transcorrer do tempo (Tabela 4). Foram verificados valores discretamente maiores no tempo T0h, que permanece na faixa de referência para a espécie e idade estudada e que pode ser atribuída à manipulação inicial dos animais para colocação de cabresto, posicionamento da sonda nasogástrica, coleta de sangue, urina e fezes. A frequência cardíaca normal para bezerros recém-nascidos é maior que a de adultos podendo variar de 70 a 100 bpm e pode sofrer influência da manipulação a qual o animal não está habituado (Radostits et al., 2010).

6.1.2. Frequência Respiratória (mpm)

Na frequência respiratória não foi observado variação ($P>0,05$) dos valores médios entre tratamentos. Nos tratamentos SEIso e SEHiper foram verificadas variações durante o tempo, com diferença ($P<0,05$) entre os tempos T6h e T12h (Tabela 4). Esse aumento observado em T6h dos tratamentos SEIso e SEHiper possivelmente pode ser atribuído à exposição direta dos animais ao sol. Durante o período entre a primeira coleta (T0h) que aconteceu em torno das 07:00h e a segunda

coleta (T6h) que foi feita às 13:00h. As baias sofriam incidência direta do sol durante toda manhã até próximo às 15:00h, podendo isso ter interferido nessa variável. A frequência respiratória de bezerros varia de 18 a 36 movimentos por minuto, podendo ser alterada por influência de diversos fatores como exposição direta ao sol, movimentação, situações estressantes e desidratação (Radostits et al., 2010; Reece, 2006).

6.1.3. Temperatura corpórea (°C)

No presente estudo a temperatura corpórea não apresentou variações relevantes ($P>0,05$) entre os tratamentos ou em relação ao tempo nos tratamentos (Tabela 4). Apesar da exposição direta dos animais ao sol, isso não interferiu na temperatura corpórea dos animais, provavelmente pela eficiência dos mecanismos fisiológicos de controle da temperatura, como o aumento da frequência respiratória (Tabela 4). A variação fisiológica na temperatura corporal de bezerros jovens permanece na faixa de 38,5 a 39,5°C, podendo apresentar uma variação de 0,5°C pela exposição direta ao sol, exercício, alimentação ou movimentações estressantes (Dirksen et al., 1993; Radostits et al., 2010).

6.1.4. Tempo de enchimento capilar (s)

Como pode ser observado na Tabela 4 não houve diferenças ($P>0,05$) nos valores médios do tempo de enchimento capilar entre os tratamentos e nos tratamentos ao longo da fase experimental, resultados semelhantes foram relatados por Gomes (2010), Farias (2010) e Pessin (2012), em pesquisa realizada com soluções eletrolíticas em equinos.

Tabela 4. Valores médios e desvios-padrão das variáveis clínicas em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
Frequência cardíaca (bpm)				
SEHipo	92,0±16,97 ^{Aa}	80,34±7,63 ^{Aa}	76,0±14,75 ^{Aa}	76,0±10,73 ^{Aa}
SEIso	93,34±9,35 ^{Aa}	87,34±25,48 ^{Aa}	78,0±20,36 ^{Aa}	84,67±16,86 ^{Aa}
SEHiper	95,34±24,97 ^{Aa}	87,34±16,08 ^{Aa}	76,67±15,47 ^{Aa}	89,34±12,31 ^{Aa}
Frequência respiratória (mpm)				
SEHipo	25,34±11,50 ^{Aa}	36,0±16,78 ^{Aa}	21,34±7,86 ^{Aa}	20,0±6,69 ^{Aa}
SEIso	22,0±5,51 ^{Aab}	30,67±7,00 ^{Aa}	16,67±1,63 ^{Ab}	23,34±7,34 ^{ABa}
SEHiper	22,0±6,07 ^{Aab}	34,67±12,82 ^{Aa}	21,34±6,02 ^{Ab}	24,34±5,43 ^{Aab}
Temperatura corpórea (°C)				
SEHipo	38,80±0,72 ^{Aa}	39,13±0,69 ^{Aa}	38,62±0,78 ^{Aa}	38,62±0,50 ^{Aa}
SEIso	38,77±0,35 ^{Aa}	39,07±0,48 ^{Aa}	38,70±0,49 ^{Aa}	38,73±0,55 ^{Aa}
SEHiper	38,75±0,47 ^{Aa}	39,07±0,58 ^{Aa}	38,67±0,30 ^{Aa}	38,83±0,43 ^{Aa}
TEC (s)				
SEHipo	1,67±0,52 ^{Aa}	1,84±0,41 ^{Aa}	1,50±0,55 ^{Aa}	1,50±0,55 ^{Aa}
SEIso	2,00±0,01 ^{Aa}	1,83±0,75 ^{Aa}	2,00±0,01 ^{Aa}	1,83±0,40 ^{Aa}
SEHiper	1,67±0,52 ^{Aa}	2,17±0,41 ^{Aa}	2,00±0,63 ^{Aa}	2,00±0,63 ^{Aa}
Coloração de mucosas*				
SEHipo	1,33±0,52 ^{Aa}	1,17±0,41 ^{Aa}	1,33±0,52 ^{Aa}	1,0±0,00 ^{Ba}
SEIso	1,17±0,41 ^{Aa}	1,33±0,52 ^{Aa}	1,5±0,55 ^{Aa}	1,17±0,41 ^{ABa}
SEHiper	1,0±0,0 ^{Ab}	1,0±0,0 ^{Ab}	1,5±0,55 ^{Aab}	1,67±0,52 ^{Aa}
Perímetro abdominal (cm)				
SEHipo	93,17±4,91 ^{Aa}	97,83±4,87 ^{Aa}	101,5±6,62 ^{Aa}	96,83±5,77 ^{Aa}
SEIso	92,17±9,11 ^{Aa}	93,50±7,19 ^{Aa}	100,5±7,71 ^{Aa}	96,5±7,92 ^{Aa}
SEHiper	95,33±12,5 ^{Aa}	101,5±10,86 ^{Aa}	103,33±12,26 ^{Aa}	95,5±6,73 ^{Aa}
Peso (kg)				
SEHipo	56,67±11,15 ^{Aa}	58,34±11,34 ^{Aa}	60,00±10,71 ^{Aa}	57,83±10,14 ^{Aa}
SEIso	51,50±14,81 ^{Aa}	53,34±14,68 ^{Aa}	54,34±14,53 ^{Aa}	51,84±14,49 ^{Aa}
SEHiper	55,67±13,59 ^{Aa}	58,50±13,92 ^{Aa}	60,50±15,64 ^{Aa}	57,00±13,53 ^{Aa}

* Classificadas em: brancas (0); rosadas (1); vermelhas (2); cianóticas (3).

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

6.1.5. Coloração de mucosas

A coloração de mucosa apresentou diferença ($P < 0,05$) entre tratamentos no tempo T24h, os animais que receberam as soluções SEHipo e SEIso apresentaram mucosas rosadas, enquanto o tratamento SEHiper apresentou mucosas vermelhas. A solução SEHiper demonstrou diferença ($P < 0,05$) entre o tempo T24h e os tempos T0h e T6h (Tabela 4). Podemos observar que o escore da coloração de mucosas no T24h nos animais que receberam a solução hipertônica (SEHiper) foi semelhante aos demais tempos, apesar da diferença ($P < 0,05$) em relação à solução SEHipo, a coloração permanece semelhante entre os tratamentos, coloração rosa, o mesmo ocorrendo nos animais do tratamento SEIso, o que torna esse sinal sem significado clínico. Estudos realizados em equinos por Gomes (2010), Farias (2010) e Pessin (2012), enquanto Atoji et al. (2012) em caprinos não observaram variações na coloração de mucosas nos animais que receberam soluções eletrolíticas enterais, ressaltando-se que os referidos autores não utilizaram soluções hipertônicas.

6.1.6. Perímetro abdominal (cm)

Não houve diferença ($P > 0,05$) nos valores médios do perímetro abdominal entre os tratamentos e nos tratamentos ao longo do tempo (Tabela 4).

Os animais apresentaram um discreto aumento no perímetro abdominal em todos os tratamentos, que pode ser atribuído à administração das soluções eletrolíticas enterais. Os animais receberam em média 8,2 litros de solução, cerca de 15% de seu peso corporal em 12 horas, o que pode ter gerado esse aumento, o qual pode também ser detectado no peso corporal dos animais (Tabela 4).

6.1.7. Motilidade Intestinal

Foi observado diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos SEHipo e SEHiper no T12h (Tabela 5). Os animais que receberam solução hipertônica apresentaram motilidade intestinal superior aos que receberam a solução hipotônica. A solução SEHiper também apresentou variação ($P < 0,05$) no decorrer do tempo, demonstrando elevação dos movimentos intestinais no tempo 12h de tratamento que persistiu até 12 horas após o fim do período de hidratação.

O acréscimo nos valores da motilidade intestinal observado nos animais da solução SEHiper podem ser atribuídos a sua osmolaridade, pois, soluções eletrolíticas com alta osmolaridade, ocasionada pela quantidade elevada de eletrólitos e/ou carboidratos, podem gerar aumento na osmolaridade intraluminal, que, por sua vez, ocasiona aumento na secreção de água e eletrólitos para o lume intestinal e, caso o animal já apresente diarreia, irá aumentar a sua intensidade (Smith, 2009). Esse efeito foi mencionado por Brooks et al. (1996), os quais relacionaram esses efeitos indesejáveis a maior concentração de eletrólitos e carboidratos no lúmen intestinal ocasionada pelas soluções hipertônicas. A maior concentração de eletrólitos e carboidratos no lúmen do trato gastrointestinal desloca líquido do espaço extracelular para o intestino, aumentando a umidade das fezes, o que pode provocar o aparecimento de diarreia nos animais ou aumentar a quantidade de evacuações em animais que já estejam acometidos por essa síndrome.

Tabela 5. Valores médios e desvios-padrão da motilidade intestinal em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
Motilidade intestinal*				
SEHipo	1,83±0,41 ^{Aa}	1,83±0,41 ^{Aa}	2,07±0,41 ^{Ba}	2,33±0,52 ^{Aa}
SEIso	1,83±0,41 ^{Aa}	1,83±0,41 ^{Aa}	2,17±0,75 ^{ABa}	2,33±0,52 ^{Aa}
SEHiper	1,67±0,52 ^{Ab}	1,92±0,41 ^{Ab}	2,67±0,52 ^{Aa}	2,50±0,55 ^{Aa}

*Classificadas em: atonia (0); hipomotilidade (1); normomotilidade (2); hiperomotilidade (3). Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

6.1.8. Peso corporal (kg)

O peso corporal não apresentou diferenças entre os tratamentos e nos tratamentos no decorrer do tempo ($P > 0,05$). Ocorreu um discreto aumento no período de hidratação (T6h e T12h) nos animais de todos os tratamentos (Tabela 4), apesar do jejum durante esse período. Esse resultado foi decorrente da administração da solução

eletrolítica nos animais, em média receberam 8,2 litros durante o período de tratamento (T0h a T12h). Resultados semelhantes foram descritos em bovinos adultos por Fonseca (2006), em caprinos por Atoji e Ribeiro Filho (2007) e em equinos por Farias (2010) e Pessin (2012).

6.2. Análises laboratoriais

6.2.1. Número de hemácias ($\times 10^6/\mu\text{L}$)

Não houve diferença na contagem de hemácias entre os tratamentos e nos tratamentos ao longo do tempo ($P>0,05$). Embora possa ser observado discreta diminuição ($P>0,05$) na contagem total de hemácias ao longo do tempo de tratamento (T6h e T12h) em todos os tratamentos (Tabela 6), sinalizando que houve expansão do volume plasmático decorrente da administração das soluções eletrolíticas enterais, apesar de discreto.

6.2.2. Hematócrito (%)

Nos valores médios de hematócrito não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre tratamentos e nos tratamentos no decorrer do tempo (Tabela 6). No entanto, nota-se decréscimo dos valores durante o período de tratamento (T6h e T12h), sugerindo aumento no volume plasmático. As variações individuais dentro dos grupos podem ter interferido nos resultados. Os bezerros que foram hidratados com solução SEHipo demonstraram desvios padrões maiores, indicando maior heterogeneidade. Resultados semelhantes foram relatados por Gomes (2010), Farias (2011) e Pessin (2012) em equinos.

6.2.3. Hemoglobina (g/dL)

Nos valores de hemoglobina não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre tratamentos e nos tratamentos no decorrer do tempo (Tabela 6). Resultados semelhantes foram relatados por Ribeiro Filho et al. (2011), utilizando soluções eletrolíticas isotônicas em bovinos adultos, quando comparados o tempo inicial e a fase de hidratação.

Tabela 6. Valores e desvios-padrão das variáveis hematimétricas em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
Hemácias (x10⁶/μL)				
SEHipo	9,99±1,74	9,49±1,66	9,44±1,43	9,49±1,63
SEIso	9,93±1,25	9,37±1,05	9,44±1,35	9,65±0,97
SEHiper	9,07±1,47	8,52±1,34	8,51±1,57	9,33±1,57
Hematócrito (%)				
SEHipo	28,57±6,56	26,97±6,12	27,22±6,19	27,78±6,28
SEIso	30,68±3,29	28,30±3,13	28,85±3,45	30,48±2,94
SEHiper	28,32±4,28	26,27±3,46	26,18±3,35	29,25±4,41
Hemoglobina (g/dL)				
SEHipo	9,07±1,90	8,48±1,78	8,58±1,65	8,73±1,95
SEIso	9,65±1,16	9,08±0,83	9,20±1,09	9,57±1,04
SEHiper	8,97±1,15	8,33±0,89	8,43±0,74	9,07±1,07
Volume Corpuscular Médio (μm³)				
SEHipo	29,00±3,69	28,50±3,39	31,83±3,60	29,33±3,88
SEIso	30,83±1,94	30,33±1,86	31,33±2,06	31,50±1,64
SEHiper	31,17±2,32	30,67±1,86	31,17±2,23	31,33±2,16
Hemoglobina Corpuscular Média (%)				
SEHipo	9,20±1,44	8,95±1,30	9,05±1,33	9,23±1,45
SEIso	9,72±0,72	9,77±0,56	9,75±0,70	9,87±0,77
SEHiper	9,90±0,96	9,85±1,07	10,10±1,23	9,80±0,82
Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (%)				
SEHipo	31,83±1,80	31,50±2,37	31,81±1,67	31,47±1,73
SEIso	31,37±0,88	32,13±1,18	31,70±0,40	31,17±0,64
SEHiper	31,63±1,32	32,07±1,96	32,28±1,70	31,08±1,51
Proteína Total (g/dL)				
SEHipo	7,00±0,13	6,70±0,37	6,88±0,24	7,03±0,23
SEIso	6,62±0,60	6,33±0,68	6,57±0,29	6,87±0,33
SEHiper	6,87±0,41	6,68±0,47	6,50±0,37	6,90±0,27

(P>0,05) pelo teste F.

6.2.4. Volume corpuscular médio (μm^3), hemoglobina corpuscular média (%) e concentração de hemoglobina corpuscular média (%).

Não houve diferença no volume corpuscular médio, hemoglobina corpuscular média e concentração de hemoglobina corpuscular média entre os tratamentos e nos tratamentos ao longo do tempo ($P>0,05$) (Tabela 6). Resultados similares foram relatados por Pessin (2012) utilizando soluções hipotônicas em equinos.

6.2.5. Leucócitos ($\times 10^3/\mu\text{L}$)

Não foram encontradas diferenças ($P>0,05$) entre tratamentos e nos tratamentos durante a fase experimental (Tabela 7). Porém, observou-se variação entre tratamentos no tempo T24h. Os animais do tratamento SEHiper apresentaram uma redução nos valores de leucócitos, sem significado clínico, pois os mesmos permaneceram na faixa de referência para a espécie (Silva et al., 2010).

Tabela 7. Valores médios e desvios-padrão do número de leucócitos em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

TRATAMENTO	T0	T6	T12	T24
	Leucócitos (x10⁻³/μL)			
SEHipo	12.716,67±3047,24 ^{Aa}	12.850,33±3311,04 ^{Aa}	12.966,67±4071,69 ^{Aa}	12.766,67±628,23 ^{Aa}
SEIso	12.066,67±2776,09 ^{Aa}	12.116,67±1635,13 ^{Aa}	12.016,67±1468,90 ^{Aa}	10.316,67±2025,26 ^{ABa}
SEHiper	11.383,33±6043,98 ^{Aa}	10.333,33±2728,12 ^{Aa}	10.450,00±2758,08 ^{Aa}	7.783,33±2416,12 ^{Ba}

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

6.2.6. Proteína total (g/dL)

Os valores de proteína total não apresentaram diferença entre tratamentos e nos tratamentos no decorrer do tempo ($P>0,05$). Assim como ocorreu nos valores do hematócrito, nota-se discreta diminuição durante o tempo em que os animais receberam hidratação (T6h e T12h) em todos os tratamentos. Esse resultado foi causado pelo discreto aumento da volemia durante a fase de hidratação (Tabela 6).

6.2.7. Fibrinogênio (g/dL)

O fibrinogênio apresentou diferença ($P<0,05$) entre tratamentos nos valores médios do tempo T24h. Nos tratamentos no decorrer do tempo não foram observadas diferenças ($P>0,05$). A variação observada nos animais do tratamento SEHiper em relação aos do tempo SEHipo no tempo T24h (Tabela 8) não possui significado clínico, pois os valores permaneceram na faixa de referência (0,5 a 0,9g/dL) citada por Silva et al. (2010).

Tabela 8. Valores médios e desvios-padrão do fibrinogênio em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
Fibrinogênio (g/dL)				
SEHipo	0,47±0,27 ^{Aa}	0,57±0,32 ^{Aa}	0,47±0,16 ^{Aa}	0,43±0,20 ^{Ba}
SEIso	0,50±0,28 ^{Aa}	0,43±0,20 ^{Aa}	0,53±0,16 ^{Aa}	0,70±0,11 ^{Aa}
SEHiper	0,47±0,10 ^{Aa}	0,57±0,23 ^{Aa}	0,35±0,15 ^{Aa}	0,57±0,15 ^{ABa}

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si ($P<0,05$) pelo teste de Tukey.

6.2.8. Concentração de sódio (mMol/L)

Houve variação ($P<0,05$) no valor do sódio plasmático nos animais dos tratamentos em relação ao tempo (Tabela 9). Na solução SEHipo observa-se elevação

da quantidade de sódio entre o tempo T0h e os tempos T6h e T12h, os quais não apresentaram variação entre si ($P>0,05$). Na solução SEIso o tempo T12h apresenta diferença ($P<0,05$) em relação aos outros tempos, com exceção ao T6h que foi semelhante. Os animais do grupo SEHiper demonstraram elevação dos valores de sódio durante o período de hidratação (T6h e T12h), apresentando diferença em relação ao tempo T0h. Os valores médios no tempo T12h apresentaram diferença ($P<0,05$) dos valores nos tempos T0h e T24h em todos os tratamentos.

A elevação dos valores séricos de sódio no tratamento SEHipo, durante a hidratação, sinaliza que essa solução é capaz de aumentar as concentrações plasmáticas desse eletrólito, e, caso os animais apresentassem diminuição no valor desse íon no sangue (hiponatremia), ela poderia até mesmo recompor esse decréscimo. Entretanto, convém enfatizar que animais com hiponatremia acentuada as soluções hipotônicas devem ser utilizadas com cautela, sendo obrigatório o monitoramento do paciente.

Esse resultado está de acordo com as observações de Chakrabarti et al. (2005), que compararam a capacidade de absorção de água, sódio, potássio, cloreto e glicose de três soluções em jejuno de ratos. Uma era hipotônica com baixa concentração de sódio (60 mMol/L), a segunda solução também era hipotônica, porém com baixa concentração de glicose (60 mMol/L). A terceira foi denominada de solução eletrolítica isotônica (controle). Os autores relataram que as soluções hipotônicas foram mais eficazes em proporcionar a absorção de todas as substâncias descritas acima. Destacando-se que a solução hipotônica com menor valor de sódio (60 mMol/L) foi a mais efetiva na absorção dos referidos elementos e, principalmente, sem ocasionar o aparecimento de hiponatremia.

Os animais com as soluções eletrolíticas não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre tratamentos, no entanto os grupos SEIso e SEHiper exibiram valores mais elevados, demonstrando uma tendência em ocasionar hipernatremia. Desequilíbrios das concentrações de sódio podem originar efeitos deletérios no organismo. A hipernatremia pode gerar o aparecimento de edema pulmonar e cerebral, hemorragia intracraniana, hipertensão e desmielinização do sistema nervoso (Chung e Zimmerman, 2009; El-Bayoumi et al., 2012). A infusão de soluções de manutenção isotônicas intravenosas, em humanos, é apontada como causa de hipernatremia em pacientes que recebem grandes volumes dessas soluções ou nos que foram hidratados por longos períodos (Choong et al., 2006). Por isso, acredita-se que as soluções eletrolíticas enterais para hidratação prolongada devam conter menos sódio e, baseado

nos resultados do presente ensaio, valores de cloreto de sódio maiores que 5 g/L já tem o potencial para originar hipernatremia nos animais.

Tabela 9. Valores médios e desvios-padrão da concentração plasmática de sódio em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
Na⁺ (mMol/L)				
SEHipo	135,8±2,99 ^{Ac}	139,0±2,10 ^{Aab}	141,8±2,14 ^{Aa}	136,67±1,63 ^{Abc}
SEIso	137,0±2,10 ^{Ab}	140,17±2,64 ^{Ab}	144,5±2,88 ^{Aa}	139,83±2,71 ^{Ab}
SEHiper	137,0±0,90 ^{Ac}	141,23±2,06 ^{Aab}	144,0±1,41 ^{Aa}	138,83±2,71 ^{Abc}

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

6.2.9. Concentração de potássio (mMol/L)

Não se observa variação (P>0,05) entre tratamentos e no decorrer do tempo nos tratamentos com relação aos valores médios de potássio (Tabela 10). O potássio é o principal cátion no líquido intracelular, tem participação ativa em diversos processos bioquímicos do organismo, sendo responsável pela pressão osmótica dentro das células. É facilmente repostado pela dieta, mas doenças gastrointestinais podem causar hipocalcemia (Reece, 2006; DiBartola, 2012). Segundo Barbosa e Sztajn bok (1999), o fornecimento por via oral de quantidades desbalanceadas de potássio leva o animal a desenvolver hiponatremia ou hipernatremia, dependendo da quantidade utilizada. As quantidades de potássio contidas nas soluções não causaram desequilíbrios na sua concentração plasmática, permanecendo dentro da faixa de referência para a espécie bovina, que varia entre 3,8 a 5,8 mMol/L (Feitosa et al., 2009). A manutenção desse equilíbrio é de vital importância, pois o potássio está diretamente ligado a diversas funções orgânicas essenciais, por exemplo, seu desequilíbrio pode interferir na contração cardíaca levando o animal à morte (DiBartola, 2012).

Tabela 10. Valores médios e desvios-padrão do tempo da concentração plasmática de potássio em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
K⁺ (mMol/L)				
SEHipo	4,18±0,43	4,33±0,41	4,02±0,54	4,18±0,26
SEIso	4,22±0,68	4,22±0,56	4,05±0,32	4,20±0,69
SEHiper	3,95±0,35	4,12±0,33	3,90±0,18	4,08±0,30

(P>0,05) pelo teste F.

6.2.10. Concentração de cloreto (mMol/L)

No cloreto observou-se variação significativa entre tratamentos no tempo T12h. A solução SEIso apresentou maior valor de cloreto (P<0,05) em relação ao tratamento SEHiper (Tabela 11). O acréscimo das concentrações de cloreto nos animais do tratamento SEIso em T12h pode estar relacionado com a concentração do eletrólito na solução e com a sua osmolaridade. Segundo Chakrabarti et al. (2005), a concentração da solução eletrolítica interfere diretamente na sua absorção. Soluções com menor concentração proporcionam maior absorção de água e eletrólitos. Entretanto, no tempo T12h, a maior absorção de cloreto ocorreu nos animais que receberam a solução SEIso (P<0,05), seguida pelos da solução SEHipo e a menor absorção observada nos animais da SEHiper. Quando se compara as soluções, se esperava que a solução de menor concentração, SEHipo, apresentasse o maior valor do eletrólito, o que não foi observado. As concentrações de cloreto nas soluções não foram determinantes na sua absorção, pois assim sendo a SEHiper deveria apresentar os valores mais altos. A solução SEIso continha 98,9 mEq/L de cloreto e osmolaridade 290 mMol/L, valores médios comparados ao das outras soluções. Esse resultado demonstra que além da osmolaridade outros fatores podem determinar a absorção de eletrólitos, como por exemplo, a sua quantidade na solução.

Deve-se ressaltar que no tratamento SEHipo os animais demonstraram acréscimo na quantidade de cloreto, expressando valores semelhantes aos do tratamento SEIso, evidenciando a importância da osmolaridade da solução, pois apesar

da SEHipo conter menos cloreto (75,1 mMol/L) do que a SEIso (98,9 mMol/L), no término da fase de hidratação (T12h) os valores de cloreto foram semelhantes em ambos os tratamentos. Por sua vez, a solução SEHiper apresentou os menores valores de cloreto ao término do tratamento (T12h). Apesar de sua concentração de cloreto ser maior do que a contida na solução SEHipo, os animais desta apresentaram concentrações plasmáticas de cloreto 2% maiores, confirmando que a hipertonicidade da solução diminui a absorção de água e eletrólitos.

Durante o período de hidratação (0h a T12h), em todos os tratamentos, observou-se aumento gradual do cloreto em relação ao tempo ($P<0,05$). No T12h foi registrado o maior valor do cloreto plasmático. Esse acréscimo foi decorrente da sua presença na composição das soluções eletrolíticas enterais. Deve-se enfatizar que apesar da elevação nos valores do cloreto, em todos os tratamentos, eles mantiveram-se na faixa de normalidade para animais da espécie bovina (Radostits et al., 2010) demonstrando que nenhuma das soluções eletrolíticas testadas ocasionou desequilíbrio nas concentrações do cloreto plasmático. Resultados similares ao presente ensaio foram relatados por Alves et al. (2005), Avanza et al. (2009) e Gomes (2010) em equinos

Tabela 11. Valores médios e desvios-padrão do tempo da concentração de cloreto em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
Cloreto (mMol/L)				
SEHipo	95,00±2,83 ^{Ac}	99,67±1,50 ^{Ab}	103,17±1,72 ^{ABa}	96,50±2,88 ^{Abc}
SEIso	96,33±2,33 ^{Ac}	101,00±2,61 ^{Ab}	106,50±3,15 ^{Aa}	98,17±3,19 ^{Abc}
SEHiper	96,17±1,72 ^{Ab}	101,03±1,55 ^{Aa}	102,67±1,50 ^{Ba}	96,83±3,54 ^{Ab}

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si ($P<0,05$) pelo teste de Tukey.

6.2.11. Concentração de cálcio iônico (mMol/L)

Detectou-se a diferença no valor de cálcio ionizado ($P<0,05$) nos animais que receberam a solução SEHipo (Tabela 12). No final do período de tratamento (T12h), houve aumento nas concentrações de cálcio. Nos demais tratamentos a concentração

de cálcio ionizado manteve-se praticamente estável, com discreto aumento em T12h. Porém nas duas situações ele permaneceu da faixa de referência (Kaneko et al., 2008; Feitosa et al., 2009). A composição das soluções eletrolíticas pode ter sido a responsável pelo referido evento, pois segundo Buzinaro et al. (2006) os carboidratos podem ajudar na sua absorção, mecanismo semelhante ao co-transporte glicose-sódio, associado ao decréscimo do pH gastrointestinal, tornando o cálcio dos alimentos mais bio-disponível.

Tabela 12. Valores médios e desvios-padrão da concentração plasmática de cálcio ionizado em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
Cálcio iônico (mMol/L)				
SEHipo	1,39±0,39 ^{Aab}	1,39±0,50 ^{Aab}	1,44±0,26 ^{Aa}	1,38±0,61 ^{Ab}
SEIso	1,40±0,53 ^{Aa}	1,41±0,66 ^{Aa}	1,46±0,57 ^{Aa}	1,40±0,57 ^{Aa}
SEHiper	1,41±0,45 ^{Aa}	1,43±0,62 ^{Aa}	1,45±0,52 ^{Aa}	1,41±0,49 ^{Aa}

Valores médios seguidos por letra maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

6.2.12. Concentração de Magnésio (mMol/L)

Os resultados das análises bioquímicas demonstraram que o magnésio não apresentou variação entre os tratamentos ($P > 0,05$), o mesmo ocorreu nos tratamentos com relação ao tempo (Tabela 13). Resultados semelhantes foram relatados por Avanza (2007) e Gomes (2010) em equinos, utilizando soluções contendo sulfato de magnésio e pidolato de magnésio respectivamente. Os animais estudados não apresentaram variação nas quantidades séricas do eletrólito, mantendo-se dentro da faixa de referência para a espécie.

Tabela 13. Valores médios e desvios-padrão da concentração de magnésio em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
Magnésio (mMol/L)				
SEHipo	2,18±0,21	2,13±0,22	2,27±0,19	2,13±0,16
SEIso	2,37±0,34	2,22±0,98	2,18±0,16	2,17±0,14
SEHiper	2,27±0,25	2,18±0,22	2,08±0,19	2,15±0,27

($P > 0,05$) pelo teste F.

6.2.13. Osmolaridade sérica (mMol/L)

A osmolaridade sérica não apresentou diferença entre tratamentos ($P > 0,05$). Na avaliação da osmolaridade ao longo da fase experimental (T0h a T12h), percebe-se que não houve diferença nos animais que receberam a solução eletrolítica hipotônica enteral (SEHipo). Enquanto nos tratamentos SEIso e SEHiper registrou-se aumento ($P < 0,05$) no T12h (Tabela 14).

A elevação da osmolaridade sérica observada no T12h nos animais dos tratamentos SEIso e SEHiper expressa a maior quantidade de eletrólitos, principalmente sódio e cloreto, e carboidrato contidos nessas duas soluções. Pois segundo Johnson (1995) e Andrews e Grinden (2000) o sódio é responsável por aproximadamente 85% da osmolaridade total, enquanto um grama de glicose colabora com 5 mOsm L⁻¹. O cloreto é o ânion em maior quantidade no plasma, representando dois terços dos ânions no líquido extracelular e um dos responsáveis pela manutenção de sua osmolaridade e equilíbrio ácido base (DiBartola, 2012). A elevação dos valores dos referidos elementos se refletiu no aumento na elevação da osmolaridade sérica nos animais dos tratamentos SEIso e SEHiper (Tabela 14). Apesar do acréscimo, a osmolaridade sérica permaneceu na faixa de referência para bovinos (Kaneko et al., 2008).

Tabela 14. Valores médios e desvios-padrão da osmolaridade sérica em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
Osmolaridade sérica (mMol/L)				
SEHipo	289,67±4,38 ^{Aa}	292,17±3,71 ^{Aa}	298,33±5,01 ^{Aa}	292,17±2,93 ^{Aa}
SEIso	292,00±3,29 ^{Ab}	297,83±4,96 ^{Aab}	302,17±5,31 ^{Aa}	296,50±7,34 ^{Ab}
SEHiper	289,50±4,32 ^{Ab}	297,67±6,53 ^{Aab}	300,17±6,43 ^{Aa}	293,67±4,88 ^{Aab}

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si ($P<0,05$) pelo teste de Tukey.

6.2.14. Glicose plasmática (mg/dL)

As análises de glicose no plasma (Tabela 15), não apresentaram diferenças entre os tratamentos e nos tratamentos no decorrer do tempo ($P>0,05$). Resultados semelhantes foram relatados por Gomes (2010), que analisando soluções contendo precursores de glicose não observou variação na glicemia dos animais tratados. Pessin (2012), utilizando 15 g/L de dextrose na elaboração de soluções eletrolíticas enterais para equinos, relatou o aumento da glicemia nos animais tratados durante o período de hidratação. Ribeiro Filho et al. (2011) relataram que ao utilizar uma solução eletrolítica enteral contendo 5 g/L de dextrose em bovinos adultos, os mesmos não apresentaram diferença na glicemia durante o período de tratamento. No entanto, os referidos autores relataram que a outra solução utilizada contendo como precursor de glicose o propilenoglicol no volume de 15 mL/L promoveram o aumento da glicose plasmática no decorrer do tratamento e que este persistiu até a avaliação 24 horas após o término da hidratação. Na solução SEHiper observa-se um discreto aumento da glicemia durante a fase experimental que persiste até o tempo T24h, apesar do jejum alimentar, os animais do tratamento receberam solução eletrolítica contendo 15 g/L de dextrose e 3 g/L de acetato de sódio, que ao ser oxidado, tem como produto de seu metabolismo glicose e dióxido de carbono (Leal et al., 2007), o que ocasionou esse leve aumento nos níveis glicêmicos. No tempo T24h as concentrações de glicose plasmática se apresentam maiores que os observados ao fim do tratamento, esse aumento pode ser atribuído aos animais terem recebido alimento no fim da fase de hidratação. Observou-

se uma variação muito grande entre indivíduos testados, que pode ser notada pelos desvios-padrão elevados, podendo também interferir no resultado, apesar dos valores terem permanecido dentro da faixa de referência para a idade estudada (Anexo 1).

A quantidade de glicose utilizada nas soluções eletrolíticas utilizadas no presente ensaio não foi suficiente para promover aumento expressivo da taxa glicêmica nos animais. Esse resultado sinaliza que caso haja a necessidade de correção de casos hipoglicemia, a quantidade da fonte de energia deverá ser maior.

Tabela 15. Valores médios e desvios-padrão da glicose plasmática em bezerros neonatos hípidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
Glicose plasmática (mg/dL)				
SEHipo	84,67±11,48	72,83±9,15	73,33±7,06	101,17±19,49
SEIso	92,17±14,59	83,83±16,58	80,00±13,55	92,83±17,27
SEHiper	91,83±17,86	105,83±33,20	96,17±17,97	103,83±32,79

($P>0,05$) pelo teste F.

6.2.15. Lactato plasmático (mMol/L)

Como expressa a tabela 16, não foi detectada diferença nos valores médios de lactato plasmático entre os tratamentos e no decorrer do tempo nos tratamentos ($P>0,05$). As fontes de energia comumente utilizadas nas soluções eletrolíticas enterais podem predispor ao aparecimento de acidose nos animais, ocasionada pela fermentação dos açúcares que não foram absorvidos e que sofrem ação das bactérias no trato gastrointestinal sendo convertidos em D-lactato, e absorvidos rapidamente pela mucosa (Ribeiro Filho et al., 2011). Os valores verificados no presente estudo demonstram que mesmo a quantidade utilizada na solução hipertônica (SEHiper), 15 g/L de dextrose, não foi suficiente para aumentar a concentração do lactato no sangue e determinar o aparecimento de efeitos adversos.

Foi sugerido acrescentar a quantidade de dextrose para proporcionar um efeito mais expressivo sobre a taxa glicêmica dos animais (item 6.2.14). Entretanto existe a possibilidade do aumento de carboidrato na solução eletrolítica originar acréscimo na

concentração do lactato sanguíneo. Porém, como não ocorreu elevação nos seus valores (Tabela 16) esse procedimento pode ser executado, mas a possibilidade de o aumento da fonte de energia na solução eletrolítica predispor ao aparecimento de acidose não deve ser excluída.

Tabela 16. Valores médios e desvios-padrão do lactato plasmático em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
Lactato plasmático (mMol/L)				
SEHipo	0,96±0,38	1,07±0,73	1,15±0,36	1,15±0,30
SEIso	1,14±0,43	1,05±0,41	1,06±0,40	1,19±0,49
SEHiper	1,0±0,43	1,08±0,36	1,09±0,52	1,06±0,41

($P>0,05$) pelo teste F.

6.2.16. Ureia (mg/dL)

Os valores médios de ureia não sofreram variações ($P>0,05$) entre tratamentos e nos tratamentos em relação ao tempo (Tabela 17), permanecendo dentro da faixa de referência para idade e espécie de 6,8 a 60 mg/dL (Feitosa et al., 2009).

A concentração de ureia sofre influência do aumento da volemia, propiciado pela hidratação que ocasiona maior perfusão renal e consequente aumento da taxa de filtração renal, causando maior eliminação de ureia e creatinina na urina, o que acarretaria na diminuição dos seus valores (Kaneko et al., 2008). Em todos os tratamentos o evento descrito acima foi observado, porém o decréscimo no valor da ureia não foi significativo (Tabela 17).

Tabela 17. Valores médios e desvios-padrão da ureia em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
Ureia (mg/dL)				
SEHipo	19,33±3,61	18,33±1,97	14,50±3,51	13,50±3,62
SEIso	17,17±7,83	16,83±5,91	14,33±7,40	14,33±6,25
SEHiper	16,67±2,80	15,67±5,86	10,83±3,19	12,50±6,74

($P > 0,05$) pelo teste F.

6.2.17. Creatinina (mg/dL)

Os valores de creatinina não sofreram variações significativas ($P > 0,05$) entre tratamentos e nos tratamentos em relação ao tempo (Tabela 18). Apesar de não significativa, durante o período de hidratação, nota-se uma discreta variação nos valores das soluções SEHipo e SEIso. As concentrações médias de creatinina diminuíram durante a fase de tratamento, permanecendo assim até o tempo T24h. O comportamento da creatinina nas soluções citadas pode ser interpretado fisiologicamente como aumento na volemia.

A creatinina é uma variável importante na determinação da volemia, pois é sintetizada pela metabolização da creatina e fosfocreatina, principalmente nos músculos, e não varia com a dieta, sexo ou idade do animal, sendo excretada na urina e variando pela concentração ou diluição desta (Feitosa et al., 2009). Resultado semelhante foi encontrado em bovinos adultos que foram hidratados com soluções eletrolíticas enterais isotônicas (Ribeiro Filho et al., 2011) e em equinos hidratados com soluções hipotônicas (Pessin, 2012).

Tabela 18. Valores médios e desvios-padrão da creatinina em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
Creatinina (mg/dL)				
SEHipo	0,90±0,11	0,82±0,12	0,77±0,82	0,78±0,15
SEIso	1,15±0,87	1,05±0,76	1,02±0,78	1,02±0,78
SEHiper	0,68±0,12	0,73±0,82	0,67±0,10	0,70±0,63

(P>0,05) pelo teste F.

6.3. Avaliação hemogasométrica

6.3.1. pH sanguíneo (pH_v)

Não foram observadas alterações nos valores médios do pH sanguíneo entre tratamentos (P>0,05). No tratamento SEHiper, no tempo T24h, verifica-se uma variação (P<0,05) dos valores médios em relação ao tempo T12h (Tabela 19). Esse aumento no valor do pH possivelmente deveu-se ao término da hidratação e ao retorno da alimentação. O mesmo comportamento foi observado nas soluções SEHipo e SEIso, apesar de não significativo, ocorreu o retorno dos valores médios às concentrações basais (T0h). Apesar da diferença, os valores permaneceram dentro da faixa de referência para bezerros neonatos, 7,32 a 7,40 (Lisbôa et al., 2002).

Tabela 19. Valores médios e desvios-padrão do pH sanguíneo em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0h	T6h	T12h	T24h
pH				
SEHipo	7,38±0,019 ^{Aa}	7,37±0,015 ^{Aa}	7,35±0,031 ^{Aa}	7,39±0,021 ^{Aa}
SEIso	7,35±0,046 ^{Aa}	7,36±0,037 ^{Aa}	7,32±0,046 ^{Aa}	7,37±0,042 ^{Aa}
SEHiper	7,37±0,016 ^{Aab}	7,37±0,015 ^{Aab}	7,36±0,018 ^{Ab}	7,40±0,036 ^{Aa}

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

6.3.2. Concentração de bicarbonato (cHCO_3^-)

Os valores de bicarbonato não apresentaram diferença entre tratamentos e no decorrer do tempo dentro dos tratamentos ($P > 0,05$). A discreta diminuição ($P > 0,05$) observada durante o período de hidratação (T6h e T12h), ocorrida em todos os tratamentos, pode ser atribuída à elevação das concentrações do cloreto sérico (Tabela 11). Essa elevação nas concentrações séricas de cloreto tem como efeito uma maior excreção de bicarbonato como referenciado por Constable (2003), Morgan (2009), Gomes (2010) e DiBartola (2012), proporcionando a diminuição do bicarbonato. Corroborando com os achados dos autores acima. Pode-se observar na tabela 20 que ocorre um discreto decréscimo no valor do bicarbonato no tratamento SEHiper no tempo T12h, que tem a maior concentração de cloreto (Tabela 11).

Tabela 20. Valores médios e desvios-padrão da concentração de bicarbonato em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
cHCO₃^v (mMol/L)				
SEHipo	27,72±1,18	26,73±1,25	26,60±2,88	28,70±2,25
SEIso	30,68±3,29	28,30±3,13	28,85±3,45	30,48±2,94
SEHiper	27,90±3,53	25,60±3,08	24,93±2,91	27,48±2,51

(P>0,05) pelo teste F.

6.3.3. Concentração de base (cBase_v)

Os valores médios da concentração de base (cBase_v) não apresentaram diferença entre tratamentos (P>0,05). Na avaliação ao longo do tempo, detectou-se diferença (P<0,05) nos grupos das soluções eletrolíticas SEIso e SEHiper (Tabela 21). Na solução SEIso observa-se uma redução na cBase_v no momento final da hidratação (T12h) quando comparada aos tempos T0h (antes do período de hidratação) e T24h (12 horas após o término da hidratação). Por sua vez, os animais hidratados com a solução SEHiper apresentaram diminuição significativa no T6h em relação ao T24h.

A diminuição da cBase_v ocorrida durante a fase de hidratação nos tratamentos SEIso (T12h) e SEHiper (T6h) pode ser atribuída a composição das referidas soluções eletrolíticas (Tabela 2). Possivelmente duas substâncias tiveram participação neste resultado: o cloreto e a dextrose. A participação do cloreto foi discutida anteriormente (concentração do bicarbonato). A outra possibilidade tem relação com a quantidade de dextrose nas soluções eletrolíticas utilizadas, pois segundo Zhang et al. (2003), os carboidratos são metabolizados pelas bactérias no trato gastrointestinal, produzindo ácidos orgânicos, havendo elevação destes no plasma. Os isômeros do lactato (L-lactato e D-lactato) são alguns dos ácidos orgânicos produzidos pelo metabolismo bacteriano (Fall e Szerlip, 2005). O D-lactato é metabolizado lentamente na maioria dos mamíferos, causando um acúmulo sérico desse ácido orgânico, reduzindo o pH sanguíneo, o bicarbonato e a cBase (Ewaschuk et al., 2005).

O incremento nos valores da cBase_v ocorrido nos três tratamentos no T24h, retornando a valores semelhantes a T0h, possivelmente deveu-se ao término da

hidratação e ao retorno da alimentação, assim como ocorreu com o pH (Tabela 19). Convém ressaltar que a quantidade de acetato de sódio contida nas soluções dos tratamentos, principalmente SEHipo e SEIso, não foram suficientes para ocasionar aumento na reserva alcalina (cBase), sinalizando que em bezerros com acidose metabólica ela deve ser superior à utilizada no presente ensaio.

Tabela 21. Valores médios e desvios-padrão da concentração de base em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
cBase_v (mMol/L)				
SEHipo	3,22±1,06 ^{Aa}	2,25±1,07 ^{Aa}	1,62±2,87 ^{Aa}	4,20±2,3 ^{Aa}
SEIso	4,3±1,47 ^{Aa}	2,1±1,38 ^{Aab}	1,04±1,34 ^{Ab}	4,16±1,4 ^{Aa}
SEHiper	3,71±1,81 ^{Aab}	3,03±1,46 ^{Ab}	3,81±0,5 ^{Aab}	5,63±2,2 ^{Aa}

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

6.3.4. Pressão parcial de dióxido de carbono (pCO₂)

Nos valores médios da pressão parcial de dióxido de carbono não foram verificadas diferenças ($P > 0,05$) entre tratamentos e nos tratamentos no decorrer do tempo. Apesar de não ser significativo, pode-se observar uma diminuição das médias durante o período de hidratação nas soluções SEIso e SEHiper (Tabela 23). A exemplo do bicarbonato (Tabela 20) e da cBase_v, a discreta redução dos valores da pCO₂, possivelmente foi ocasionada pela maior quantidade de açúcar e cloreto nestas soluções, que levariam a uma acidificação que foi compensada com o sistema tampão respiratório, causando a diminuição dos valores de pCO₂. No entanto essa variação não teve significado clínico, já que as médias ficaram na faixa de normalidade (48 a 60 mmHg) relatados por Lisbôa et al. (2002) em bezerros bovinos hígidos e em bezerros búfalos por Silva et al. (2010).

Tabela 22. Valores médios e desvios-padrão da pressão parcial de dióxido de carbono em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
pCO₂ (mmHg)				
SEHipo	48,33±2,63	48,83±2,40	50,50±2,17	49,20±1,92
SEIso	52,33±4,46	48,50±4,37	50,33±1,97	50,67±3,78
SEHiper	51,0±4,15	50,33±2,34	52,67±2,34	50,0±2,61

(P>0,05) pelo teste F.

6.3.5. Pressão parcial de oxigênio (pO₂)

Não foram verificadas diferenças (P>0,05) entre tratamentos e nos tratamentos no decorrer do tempo para os resultados de pressão parcial de oxigênio (Tabela 23). As médias ficaram na faixa de referência relatadas por Lisbôa et al. (2002) em bezerros hígidos na faixa etária do presente estudo (21 a 36 mmHg).

Tabela 23. Valores médios e desvios-padrão da pressão parcial de oxigênio em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
pO₂ (mmHg)				
SEHipo	31,6±5,41	31,6±7,83	30,6±4,16	33,0±5,83
SEIso	31,8±9,26	34,4±7,27	34,2±6,3	32,4±4,51
SEHiper	33,0±6,04	33,8±5,07	33,6±5,03	34,4±5,37

(P>0,05) pelo teste F.

6.3.6. Ânion gap (mMol/L)

Não houve diferença entre os valores médios do ânion gap nos tratamentos, e ao longo do tempo (P>0,05), como pode ser observado na Tabela 24. Os valores

permaneceram na faixa de referência para espécie bovina, 4 a 20 mMol/L, em bezerros hígidos na idade de 10 a 21 dias (Kaneto et al., 2004). O ânion gap é utilizado para identificar os distúrbios mistos, refletindo elevações de ânions que normalmente não são mensurados (DiBartola, 2012). O aumento dos valores do ânion gap é interpretado como acidose metabólica, que representa a elevação nas concentrações séricas de ácidos orgânicos, principalmente os isômeros do lactato. Seu decréscimo está associado à alcalose metabólica (Kaneko et al., 2008; DiBartola, 2012). As soluções utilizadas no presente estudo não produziram alterações, no balanceamento ácido base, detectáveis pela análise do ânion gap.

Tabela 24. Valores médios e desvios-padrão do Ânion gap em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais de mesma composição e com osmolaridade hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
Ânion gap (mMol/L)				
SEHipo	13,12±2,07	12,6±0,81	12,06±1,64	11,3±1,02
SEIso	12,77±1,48	13,57±1,47	13,07±1,46	13,18±0,9
SEHiper	12,33±1,14	12,75±2,1	12,6±1,44	12,41±1,91

(P>0,05) pelo teste F.

6.3.7. Concentração total de dióxido de carbono (tCO_{2v})

A Tabela 25 demonstra que os valores da tCO₂ não apresentaram diferença entre os tratamentos e nos tratamentos ao longo do tempo (P>0,05). Ocorreu uma discreta diminuição dos valores nos tratamentos SEHipo e SEIso durante o período de hidratação, compatível com o que foi observado nas concentrações de bicarbonato e cBase_v, possivelmente causadas pela composição da solução. Ao compararem soluções eletrolíticas enterais hipotônicas, isotônicas e hipertônicas em equinos, Sosa León et al. (1995) e Farias et al. (2011) também não registraram alterações significativas nessas variáveis, entretanto, Gomes (2010) detectou diminuição (P<0,05) nos valores médios do bicarbonato e da tCO₂, decorrente da ação acidificante da solução eletrolítica utilizada em seu estudo.

Tabela 25. Valores médios e desvios-padrão da concentração total de dióxido de carbono em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
tCO_{2v}(mMol)				
SEHipo	29,1±1,22	27,8±1,75	28,05±2,95	30,36±2,4
SEIso	29,36±3,61	26,93±3,17	26,35±2,93	28,9±3,51
SEHiper	29,93±1,87	28,95±1,67	30,23±0,65	31,47±2,02

(P>0,05) pelo teste F.

6.3.8. Concentração total de oxigênio (tO_{2v})

Não foram verificadas diferenças (P>0,05) entre tratamentos e nos tratamentos no decorrer do tempo para os resultados da concentração total de oxigênio (Tabela 26).

Tabela 26. Valores médios e desvios-padrão da concentração total de oxigênio em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
tO_{2v} (mMol/L)				
SEHipo	6,18±2,04	5,36±2,03	5,28±2,11	6,12±2,04
SEIso	6,44±2,6	7,12±1,44	6,76±2,18	6,6±1,86
SEHiper	6,66±2,38	6,04±1,35	6,06±1,37	6,96±1,75

(P>0,05) pelo teste F.

6.3.9. Saturação de oxihemoglobina (sO₂)

A saturação de oxigênio no sangue (sO₂) não apresentou variações entre os tratamentos e ao longo do tempo dentro dos tratamentos (P>0,05) (Tabela 27). Observou-se uma variação individual acentuada nos grupos, o que pode ser notados pelos desvios padrão elevados.

Tabela 27. Valores médios e desvios-padrão da saturação de oxihemoglobina em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
sO₂ (%)				
SEHipo	52,82±12,88	50,26±16,55	48,34±12,08	55,9±11,15
SEIso	52,2±19,81	63,88±11,76	58,86±12,65	52,56±10,38
SEHiper	55,08±14,5	54,7±8,98	55,64±10,52	60,3±11,45

(P>0,05) pelo teste F.

6.4. Urinálise

6.4.1. Coloração da urina

Pode-se observar na tabela 28 que no tempo T0h a maioria dos animais apresentam urina de coloração amarelo a âmbar em todos os tratamentos, cor normal para ruminantes (Bouda et al, 1996). Com a hidratação, essa coloração passou a ser amarelo claro a incolor. Nas soluções SEHipo e SEIso 100% dos animais apresentaram essa coloração da urina no tempo T12h, evidenciando maior absorção das soluções eletrolíticas enterais e, conseqüentemente, acréscimo na perfusão renal gerando diluição da urina decorrente do maior volume de água excretado.

Nos animais que receberam o tratamento SEHiper, 83,33% apresentaram urina com coloração incolor a amarelo claro (Tabela 28). Provavelmente esse resultado ocorreu devido à composição da solução eletrolítica, sua concentração ocasionou uma menor taxa de absorção dos eletrólitos, absorvendo água, levando a uma maior diluição da urina na maioria dos animais tratados.

Tabela 28. Frequência da coloração da urina em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Coloração da urina					
TEMPO	Incolor	Amarelo	Amarelo	Âmbar	Total
(h)		claro			
SEHipo					
0h	0* (0)**	16,67 (1)	66,67 (4)	16,67 (1)	25 (6)
6h	0 (0)	83,33 (5)	16,67 (1)	0 (0)	25 (6)
12h	33,33 (2)	66,67 (4)	0 (0)	0 (0)	25 (6)
24h	16,67 (1)	33,33 (2)	50,0 (3)	0 (0)	25 (6)
Total	12,5 (3)	50,0 (12)	33,33 (8)	4,17 (1)	100 (24)
SEIso					
0h	0 (0)	33,33(2)	66,67 (4)	0 (0)	25 (6)
6h	0 (0)	83,33 (5)	16,67 (1)	0 (0)	25 (6)
12h	16,67 (1)	83,33 (5)	0 (0)	0 (0)	25 (6)
24h	16,67 (1)	16,67 (1)	50,0 (3)	16,67 (1)	25 (6)
Total	8,33 (2)	54,17 (13)	33,33 (8)	4,17 (1)	100 (24)
SEHiper					
0h	0 (0)	16,67 (1)	66,67 (4)	16,67 (1)	25 (6)
6h	0 (0)	83,33 (5)	16,67 (1)	0 (0)	25 (6)
12h	16,67 (1)	66,67 (4)	16,67 (1)	0 (0)	25 (6)
24h	16,67 (1)	33,33 (2)	50,0 (3)	0 (0)	25 (6)
Total	8,33 (2)	50,00 (12)	37,50 (9)	4,17 (1)	100 (24)

*Frequência coloração (%), **Número de animais.

6.4.2. Aspecto da urina

O aspecto da urina apresentou-se, na maioria dos animais, límpido de 75 a 80% nos três tratamentos (Tabela 29), no tempo inicial T0h e no decorrer do período de hidratação (T6h a T12h). As amostras de urina que se mostraram ligeiramente turvas podem ter sido contaminadas por matéria orgânica durante a coleta por massagem do prepúcio e vulva.

Tabela 29. Frequência do aspecto da urina em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Aspecto da urina				
TEMPO (h)	Límpido	Levemente turvo	Turvo	Total
SEHipo				
0h	50,0* (3)**	50,0 (3)	0 (0)	25 (6)
6h	83,33 (5)	16,67 (1)	0 (0)	25 (6)
12h	66,67 (4)	33,33(2)	0 (0)	25 (6)
24h	100,0 (6)	0 (0)	0 (0)	25 (6)
Total	75,0 (18)	25,0 (6)	0 (0)	100 (24)
SEIso				
0h	50,0 (3)	50,0 (3)	0 (0)	25 (6)
6h	83,33 (5)	16,67 (1)	0 (0)	25 (6)
12h	100,0 (6)	0 (0)	0 (0)	25 (6)
24h	83,33 (5)	16,67 (1)	0 (0)	25 (6)
Total	79,17 (19)	20,83 (5)	0 (0)	100 (24)
SEHiper				
0h	33,33 (2)	66,67 (4)	0 (0)	25 (6)
6h	100,0 (6)	0 (0)	0 (0)	25 (6)
12h	100,0 (6)	0 (0)	0 (0)	25 (6)
24h	83,33 (5)	16,67 (1)	0 (0)	25 (6)
Total	79,17 (19)	20,83 (5)	0 (0)	100 (24)

*Frequência do aspecto (%), **Número de animais.

6.4.3. Densidade da urina

A densidade da urina não apresentou variação significativa ($P>0,05$) entre tratamentos (Tabela 30), mas houve diferença no decorrer do tempo ($P<0,05$). Todas as soluções eletrolíticas apresentaram redução da densidade durante o período de hidratação (T6h e T12h), porém detectaram-se no tempo T12h os menores valores na densidade urinária nos animais de todos os tratamentos, sinalizando que as soluções

eletrolíticas foram absorvidas, pois houve aumento da perfusão renal e, conseqüentemente, aumento da produção urinária.

Tabela 30. Valores médios e desvios-padrão da densidade da urina em bezerros neonatos hígdos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
Densidade da urina				
SEHipo	1021,33±4,46 ^{Aa}	1008±6,03 ^{Ab}	1004±0,89 ^{Ab}	1020,5±5,89 ^{Aa}
SEIso	1026±7,45 ^{Aa}	1011,83±7,6 ^{Abc}	1006±2,28 ^{Ac}	1021,17±7,88 ^{Aat}
SEHiper	1026,67±11,86 ^{Az}	1011,5±6,16 ^{Ab}	1006±2,30 ^{Ab}	1017,83±7,76 ^{Aat}

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

6.4.4. pH urinário

O pH da urina não apresentou variações significativas (P>0,05) entre tratamentos, tampouco nos tratamentos ao longo da fase experimental (Tabela 31). O pH da urina de herbívoros normalmente é neutro ou discretamente alcalino. No presente estudo foram observados valores médios de pH urinário baixos (ácidos), no entanto, animais neonatos por terem uma dieta a base de leite, apresentam o pH da urina mais baixo, que se eleva com as mudanças na dieta durante o desenvolvimento (Reece, 2006; Radostits et al., 2010).

Tabela 31. Valores médios e desvios-padrão do pH urinário em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
pH urinário				
SEHipo	5,91±0,91	5,58±0,66	5,75±0,61	6,00±0,63
SEIso	6,25±1,29	6,17±0,41	6,00±0,55	6,84±0,75
SEHiper	6,17±0,26	6,33±0,75	6,33±0,52	6,58±1,20

($P > 0,05$) pelo teste F.

6.4.5. Sódio urinário ($urNa^+$)

O tratamento SEHiper apresentou o maior valor de sódio na urina no T12 ($P < 0,05$). Esse resultado foi decorrente da composição da solução eletrolítica utilizada nos animais desse tratamento (Tabela 2).

As soluções eletrolíticas utilizadas nos animais dos tratamentos SEHipo, SEIso e SEHiper ocasionaram diferenças no sódio urinário no T12h e T24h (Tabela 32). No T24h foram detectados os maiores valores, demonstrando que após 12 horas do término da hidratação a excreção urinária de sódio persiste. Segundo Guyton (2006), aumento na volemia leva à secreção de vários hormônios, que alteram a dinâmica da absorção e excreção do sódio. A elevação da volemia determina a liberação do peptídeo natriurético atrial. Nos rins, ele inibe a absorção de sódio nos ductos coletores dos néfrons, inibe a ação da aldosterona e neutraliza o sistema renina-angiotensina-aldosterona. Consequentemente, ocorrerá maior excreção de sódio pela urina causada por meio da alteração da osmose. Esse mecanismo justifica o acréscimo no sódio urinário observado nos animais de todos os tratamentos no T12h (Tabela 32). Porém, deve-se enfatizar que para ocorrer o aumento observado, as soluções eletrolíticas elevaram os valores do sódio sérico (Tabela 9), promovendo a excreção do seu excesso pela urina.

Os relatos sobre os casos de hiponatremia em crianças ocasionados após a hidratação são todos com a hidratação por via intravenosa (Hoorn et al., 2004; Choong e Bohn, 2007; Hanna e Sebei, 2010). Apesar disso, o uso de soluções eletrolíticas

hipotônicas ainda é controverso. No presente ensaio, a utilização de SEHipo ocasionou aumento significativo na concentração de sódio plasmático (Tabela 9) e na urina (Tabela 32). No T24h (12 horas após o término da hidratação) o acréscimo do $urNa^+$ foi de aproximadamente 200% quando comparado ao valor basal (T0h). Esse dado revela que a SEHipo foi capaz de ocasionar discreto aumento na concentração de sódio sérico, e, possivelmente, restauraria o déficit desse eletrólito em animais hiponatrêmicos, desde que a hiponatremia não seja intensa, pois nesses casos presume-se que a sua administração possa pôr em risco a vida do paciente.

Nos animais que receberam os tratamentos SEIso e SEHiper a excreção de $urNa^+$ no T24h, em média, foi dez vezes maior quando comparada ao valor basal (Tabela 32), demonstrando que os mesmos continham sódio em excesso. Deve-se ponderar sobre esse resultado, ou seja, a composição da solução eletrolítica que gera a excreção urinária de sódio acentuada tem alguns efeitos adversos. Dentre eles pode-se destacar o desequilíbrio eletrolítico e ácido base que pode acontecer, além disso, para que esse excesso de sódio seja eliminado pela urina existe a necessidade de um carreador, que nesse caso é a água, consequentemente os animais que recebem esse tipo de solução obrigatoriamente terão uma perda mais acentuada de água pela urina. Pois como citou Safwate (1985), quanto maior a quantidade de sódio da solução utilizada maior a demanda de água necessária para equilibrar o balanço hidroeletrólítico.

Resultados semelhantes ao presente estudo foram obtidos por Pessin (2012). Ao utilizar soluções eletrolíticas enterais hipotônicas o referido autor relatou elevação dos valores de $urNa^+$ em equinos após 12 horas do término do período de hidratação.

Tabela 32. Valores médios e desvios-padrão da concentração do sódio na urina em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T12	T24
urNa⁺ (mMol/L)			
SEHipo	40,0±33,55 ^{Ab}	55,5±28,90 ^{Bb}	119,5±58,23 ^{Aa}
SEIso	12,28±4,49 ^{Ac}	71,5±30,67 ^{Bb}	172,17±53,3 ^{Aa}
SEHiper	25,0±5,68 ^{Ab}	110,0±20,34 ^{Aa}	171,0±65,9 ^{Aa}

Valores médios seguidos por letra maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

6.4.6. Potássio urinário (urK⁺)

Os resultados das análises bioquímicas demonstraram que o urK⁺ não apresentou diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$), porém registrou-se diferença ($P < 0,05$) ao longo do tempo (Tabela 33) nos animais do tratamento SEHipo.

Nos animais do tratamento SEHipo no T12h o valor do urK⁺ decresceu acentuadamente quando comparado ao T0h e T24h ($P < 0,05$). Esse decréscimo pode estar associado a sua diluição na urina, sinalizando que apesar dos animais desse tratamento terem recebido potássio através da solução eletrolítica (0,5 g/L), a quantidade dele na solução não era excessiva. Após 12 horas do término da hidratação os valores do urK⁺ retornaram a valores semelhantes ao tempo basal (T0h).

Embora não tenham apresentado diferença ($P > 0,05$), os animais dos tratamentos SEIso e SEHiper apresentaram diminuição menos acentuada do urK⁺ no T12h quando comparada ao SEHipo (Tabela 33). Possivelmente esse fato deveu-se à maior quantidade de potássio nas soluções eletrolíticas dos referidos tratamentos (Tabela 2). Apesar dos decréscimos observados nos valores do potássio urK⁺ em T12h nos animais de todos os tratamentos, a sua concentração sérica não apresentou variações ($P > 0,05$) durante a fase experimental, como pode ser constatado na Tabela 10.

Tabela 33. Valores médios e desvios-padrão da concentração de potássio na urina em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T12	T24
urK⁺ (mMol/L)			
SEHipo	9,6±7,38 ^{Aa}	1,17±0,4 ^{Ab}	10,1±0,63 ^{Aa}
SEIso	12,63±11,33 ^{Aa}	5,53±4,82 ^{Aa}	9,8±5,54 ^{Aa}
SEHiper	9,58±7,11 ^{Aa}	3,58±3,04 ^{Aa}	7,32±3,48 ^{Aa}

Valores médios seguidos por letra maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

6.4.7. Cloreto urinário (urCl⁻)

O urCl⁻ apresentou variação significativa entre tratamentos no tempo T12h ($P < 0,05$). No referido tempo, os animais do SEHiper apresentaram os maiores valores de urCl⁻. Esse acréscimo foi decorrente da composição da solução eletrolítica, ou seja, a maior concentração de cloreto encontrava-se no SEHiper (Tabela 34).

Ao longo da fase experimental (T12h), registrou-se diminuição no valor do cloreto urinário nos animais com a solução SEHipo ($P < 0,05$). Como a solução eletrolítica hipotônica continha a menor concentração desse eletrólito, isto se refletiu na sua concentração urinária. Apesar do resultado não ter sido significativo, o valor do urCl⁻ nos animais do tratamento SEHiper confirmam a afirmação anterior, ou seja, a solução eletrolítica do referido tratamento era a que continha a maior quantidade de cloreto, por isso o seu valor em T12h teve um acréscimo quando comparado a T0h (Tabela 34).

Tabela 34. Valores médios e desvios-padrão da concentração de cloreto na urina em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T12	T24
urCl⁻ (mMol/L)			
SEHipo	54,17±14,55 ^{Aab}	33,83±15,3 ^{Bb}	78,08±33,58 ^{Aa}
SEIso	57,33±37,71 ^{Aa}	46,0±17,98 ^{Ba}	71,17±40,38 ^{Aa}
SEHiper	39,17±21,07 ^{Aa}	66,5±13,56 ^{Aa}	72,83±36,21 ^{Aa}

Valores médios seguidos por letra maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

6.4.8. Osmolaridade urinária (urOsm)

A osmolaridade da urina apresentou variação significativa entre tratamentos (P<0,05). No tempo T12h a solução SEHiper apresentou valores maiores quando comparada aos demais tratamentos (Tabela 35). Pelo fato da solução eletrolítica hipertônica conter mais sódio e cloreto que as demais, essa característica também se refletiu na urOsm. No referido tempo essa variável apresentou o mesmo comportamento do urNa⁺ e urCl⁻ (Tabelas 32 e 34).

Os tratamentos variaram no decorrer do tempo (P<0,05). No T12h de todos os tratamentos a urOsm decresceu significativamente, sendo mais evidente na solução SEHipo. A diminuição da urOsm nos animais que receberam a SEHipo possivelmente deveu-se pela menor quantidade de eletrólitos na sua composição (Tabela 2).

Tabela 35. Valores médios e desvios-padrão da osmolaridade urinária em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T12	T24
urOsm (mOsm/L)			
SEHipo	573,0±133,67 ^{Aa}	146,33±64,17 ^{Bb}	599,0±263,66 ^{Aa}
SEIso	700,67±167,4 ^{Aa}	193,33±54,74 ^{Bb}	678,83±269,95 ^{Aa}
SEHiper	704,5±195,64 ^{Aa}	282,00±65,66 ^{Ab}	522,0±274,62 ^{Aab}

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

6.4.9. Proteínas, corpos cetônicos e glicose urinária

No presente estudo, não foram observadas proteínas, corpos cetônicos e glicose na urina. Não é comum detectar a presença de proteínas na urina de animais hígidos e quando ocorre geralmente é baixa (Thrall, 2007). A glicose pode aparecer na urina quando há administração de excesso de açúcares em soluções eletrolíticas. As concentrações da fonte de energia nas soluções não foram suficientes para elevar as concentrações de glicose plasmática e não desencadearam glicosúria. Avanza (2007) utilizando concentrações de 18 g/L de fonte de energia (glicose e maltodextrina) detectou glicosúria em equinos tratados com soluções isotônicas e hipertônicas. Os dados obtidos no presente estudo sinalizam que as concentrações da fonte energética não foram suficientemente elevadas para causar efeitos adversos.

6.5. Consistência das fezes

Como expressa a Tabela 36 os animais que receberam o tratamento SEHipo ao término da fase de hidratação (T12h) não apresentaram alteração na consistência das fezes, enquanto em 16,67% (um animal) do tratamento SEIso foi detectado diarreia. Por sua vez, no referido período, 33,33% (dois animais) do tratamento SEHiper manifestaram diarreia.

Esses resultados demonstram que a solução hipotônica (SEHipo) foi absorvida em maior quantidade pelo trato intestinal, evidenciando que esse tipo de solução é uma alternativa para a hidratação enteral de bezerros com diarreia, que é a principal causa de morte de bezerros neonatos (Naylor et al., 2006; Botteon et al., 2008), já que a isotônica quando utilizada nesses pacientes aumenta a intensidade da diarreia. Em crianças, o uso de solução eletrolítica hipotônica oral reduz em 20% a produção fecal, em 30% os episódios de vômito e 33% a necessidade do uso de hidratação intravenosa, em 2005 ela começou a ser utilizada em escala global (Hahn et al., 2001; Oral Rehydration Salts, 2006).

A diarreia que aparece durante o uso de soluções eletrolíticas hipertônicas enterais é ocasionada pelo efeito osmótico, ou seja, causa o deslocamento de líquido do LEC para o lúmen intestinal (Smith, 2009).

Tabela 36. Frequência da consistência das fezes em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Consistência das fezes					
Tempo (h)	Ressecadas	Pastosas bem formadas	Pastosas	Diarréicas	Total
SEHipo					
0h	0 ⁺ (0) ⁺⁺	83,33 (5)	16,67 (1)	0 (0)	25 (6)
6h	0 (0)	83,33 (5)	16,67 (1)	0 (0)	25 (6)
12h	0 (0)	33,33 (2)	66,67(4)	0 (0)	25 (6)
24h	0 (0)	83,33 (5)	16,67 (1)	0 (0)	25 (6)
Total	0 (0)	70,83 (17)	29,17 (7)	0 (0)	100 (24)
SEIso					
0h	0 (0)	83,33 (5)	16,67 (1)	0 (0)	25 (6)
6h	0 (0)	83,33 (5)	16,67 (1)	0 (0)	25 (6)
12h	0 (0)	66,67(4)	16,67 (1)	16,67 (1)	25 (6)
24h	0 (0)	83,33 (5)	0 (0)	16,67 (1)	25 (6)
Total	0 (0)	79,17 (19)	12,5 (3)	8,3 (2)	100 (24)
SEHiper					
0h	0 (0)	83,33 (5)	16,67 (1)	0 (0)	25 (6)
6h	0 (0)	50 (3)	33,33 (2)	16,67 (1)	25 (6)
12h	0 (0)	16,67 (1)	50 (3)	33,33 (2)	25 (6)
24h	0 (0)	66,67(4)	33,33(2)	0 (0)	25 (6)
Total	0 (0)	54,17 (13)	33,33 (8)	12,5 (3)	100 (24)

⁺Frequência de consistência (%); ⁺⁺ Número de animais

6.6 Volemia

Podemos observar diferença ($P < 0,05$) na Tabela 37. Com relação ao período de hidratação foi verificado variação no tempo T24h, as soluções SEHipo e SEIso demonstraram aumento nos valores da volemia enquanto a solução SEHiper revelou redução no volume plasmático. Foram verificados aumento na volemia no tempo T6h nos tratamentos SEHipo e SEIso, que apresentaram incremento próximo a 3% no volume plasmático. No tempo T12h, apesar de não significativo, a solução SEHipo, apresentou 4% de acréscimo na volemia. Houve variação ($P < 0,05$) nos animais do tratamento SEHiper em que se observa aumento durante as primeiras seis horas de hidratação e redução da volemia após 12 horas do término do período de tratamento (T24h).

O aumento da volemia foi mais evidente nos grupos que receberam as soluções SEHipo e SEIso, demonstrando que as soluções hipotônica e isotônica foram mais eficazes em expandir o volume plasmático e que essa expansão permaneceu após 12 horas do término da hidratação. Pode-se observar que a solução hipertônica após as primeiras horas de hidratação causou uma redução na volemia. As soluções enterais hiperosmóticas, com grande quantidade de glicose, eram apontadas como facilitadores da absorção de sódio e água (McClure, 2001). CONSTABLE (2003) relata que soluções com maior osmolaridade melhoram o suporte nutricional e a absorção de sódio comparadas às isosmóticas, estas soluções não causariam nenhum problema na absorção de água e eletrólitos, pois a osmolaridade do lúmen intestinal é aproximadamente 600 a 700 mOsm/L, sugerindo que soluções hiperosmóticas seriam mais adequadas. No presente estudo, as soluções hipo e isosmóticas apresentaram melhor desempenho na expansão da volemia, enquanto a hipertônica causou redução do volume plasmático, discordando do proposto pelos referidos autores. Estudos experimentais em ratos e no homem demonstraram que a solução eletrolítica hipotônica ocasiona maior absorção de água quando comparada a outras soluções promovendo a expansão do volume plasmático (Cunha Ferreira et al., 1992; Rautanen et al. 1994; Nishinaka et al. 2004), o que foi observado nos bezerros que receberam o tratamento SEHipo.

Tabela 37. Valores médios e desvios-padrão da volemia em bezerros neonatos hígidos tratados com soluções eletrolíticas enterais hipotônica (SEHipo), isotônica (SEIso) e hipertônica (SEHiper) administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo, durante 12 horas

Tratamento	T0	T6	T12	T24
Volemia (%)				
SEHipo	0±0Ab	2,0±0,8Aa	4,0±1,4Aa	2,0±1,3Aa
SEIso	0±0Ab	3,0±1,5Aa	3,0±1,4Aa	1,3±2,1Aa
SEHiper	0±0Ab	0,5±1,6Aa	0,0±2,8Aabc	-2,2±0,7Bc

Valores médios seguidos por letra maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

7 CONCLUSÕES

- A solução eletrolítica hipotônica enteral administrada na dose de 15 mL/kg/h durante 12 horas em fluxo contínuo é eficaz em expandir a volemia, aumentar a motilidade intestinal, promover a diurese e não ocasionar o aparecimento de diarreia. Além disso, não altera a concentração de sódio plasmático, tampouco a osmolaridade sérica, o que a torna uma excelente opção para ser utilizada como solução de manutenção na hidratação de bezerros neonatos.
- As soluções eletrolíticas isotônica e hipertônica administradas na dose de 15 mL/kg/h durante 12 horas em fluxo contínuo são eficazes em expandir a volemia, aumentar a motilidade intestinal e promover a diurese, mas ocasionam o aparecimento de diarreia e desequilíbrios eletrolíticos. Elas também podem ser utilizadas, porém necessitam de monitoração do paciente.
- À exceção do tratamento SEHiper, a quantidade de glicose utilizada nas demais soluções eletrolíticas não foi suficiente para promover aumento da taxa glicêmica nos animais. Por isso, em animais com hipoglicemia a quantidade da fonte de energia deverá ser aumentada.
- A quantidade de acetato de sódio contida nas soluções dos tratamentos, principalmente SEHipo e SEIso, não foi suficiente para ocasionar aumento na reserva alcalina ($cBase_v$), sinalizando que em bezerros com acidose metabólica ela deve ser superior a utilizada no presente ensaio.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, G.E.S. et al. Tratamento da compactação experimental do cólon maior em eqüinos: resultados de laboratório e exames bioquímicos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.3, p.281-287, 2005.

ANDREWS, J.M.; GRINDEM, C.B. Interpreting electrolyte, anion gap, and total carbon dioxide data. **Veterinary Medicine**, v.95, n.7, p.548-553, 2000.

ATOJI, K.; RIBEIRO FILHO, J.D. Fluidoterapia por via nasogástrica em caprinos. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n.1, p.49, 2007.

ATOJI, K.H.; RIBEIRO FILHO, J.D.; MALAFAIA, P. Enteral fluid therapy through nasogastric tube in rumen cannulated goats. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, n.12, p.1281-1284, 2012.

AVANZA, M.F.B. **Solução eletrolítica associada ou não a glicose, maltodextrina e sulfato de magnésio administrada por via enteral em equinos hígidos e desidratados experimentalmente**, 2007. 76f. Dissertação (Master Science) – Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

AVANZA, M.F.B. et. al. Fluidoterapia em vacas normais e experimentalmente desidratadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 2004, São Luís, MA. **Anais...**São Luís: Universitária, 2004, p.31.

AVANZA, M.F.B. et. al. Hidratação enteral em eqüinos – solução eletrolítica associada ou não á glicose, à maltodextrina e ao sulfato de magnésio: resultados de laboratório. **Ciência Rural**, v.39, n.4, p.1126-1133, 2009.

BARBOSA, P. A.; SZTAJNBOK, J. Distúrbios hidroeletrólíticos. Artigo de revisão. **Journal Pediatrics**, v.75, n. 2, p.223-233, 1999.

BHISHAGRATNA, K.K. *The Sushruta Samhita*. [English translation based on the original Sanskrit text.] Varanasi, India, 1911; Chowkhamba Sanskrit Series Office. 1911.

BOTTEON, R.C.C.M. et al. Frequência de diarreia em bezerros mestiços sob diferentes condições de manejo na região do médio Paraíba - Rio de Janeiro e Minas Gerais. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.45, n.2, p.153-160, 2008.

BOUDA, J. et al. Portable equipment of collection and analysis of ruminal fluid and urine, for diagnosis and treatment of ruminal and metabolic diseases. **Proceedings of the XIXth World Buiatrics Congress, Edinburg**, v.3, p.248, 1996.

BROOKS, H.W. et al. Fallibility of faecal consistency as a criterion of success in the evaluation of oral fluid therapy for calf diarrhea. **British Veterinary Journal**, v.152, n.1, p.75-81, 1996.

BROOKS, H.W. et al. Detrimental effects on form during conventional oral rehydration therapy for diarrhea in calves; alleviation by a nutrient oral rehydration solution containing glutamine. **The Veterinary Journal**, v.155, p. 263-274. 1998.

BUZINARO, E.F.; ALMEIDA, R.N.A.; MAZETO, G.M.F.S. Biodisponibilidade do cálcio dietético. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**, v.50, n.5, p.852-851, 2006.

CHAKRABARTI, M.K. et al. Effect of reducing sodium or glucose concentration in hypo-osmolar ORS (Oral Rehydration Salts) on absorption efficiency: marker perfusion study in rat jejunum. **Digestive Diseases and Sciences**, v.50, n.2, p.241-245, 2005.

CHOONG, K.; KHO, M.E.; BOHN, D. Hypotonic versus isotonic saline in hospitalized children: a systematic review. **Archives of Disease in Childhood**, v.91, n.10, p.828-835, 2006.

CHOONG, K.; BOHN, D. Maintenance parenteral fluids in the critically ill child. **Journal Pediatrics**, v.83, n.2, p.4-10, 2007.

CHUNG, C.H.; ZIMMERMAN, D. Hyponatremia and hyponatremia: current understanding and management. **Clinical Pediatrics Emergency Medicine**, v.10, n.4, p.272-278, 2009.

CONSTABLE, P.D. Clinical assessment of acid-base status: strong ion difference theory. **Veterinary Clinical North America Food Animal Practice**, v.15, n.3, p.447-472, 1999.

CONSTABLE, P. Fluid and electrolyte therapy in ruminants. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.19, n.3, p.557-597, 2003.

CUNHA FERREIRA, R.M.C.; ELLIOTT, E.J.; WATSON, A.J.M. et. al. Dominant role for osmolality in the efficacy of glucose and glycine-containing oral rehydration solutions: studies in a rat model of secretory. **Acta Paediatrica**, v.81, n.3, p.46-50, 1992.

CONSTABLE, P. D.; THOMAS, E. Comparison of two electrolyte solutions for the treatment of dehydrated calves with experimentally-induced diarrhoea. **Veterinary Journal**, v.162, n.2, p.129-140, 2001.

CONSTABLE, P.; GRÜNBERG, W.; CARSTENSEN, L. Comparative effects of two oral solutions on milk clotting, abomasal luminal pH, and abomasal emptying rate in sucking calves. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.1, p.296-312, 2009.

DIBARTOLA, S.P. **Fluid, electrolyte, and acid-base disorders in small animal practice**, 4. Ed. Missouri: Elsevier, 2012, 678p.

DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.D.; STÖBER, M. **Rosenberg: Exame clínico dos bovinos**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993, 419p.

EL-BAYOUMI, M. et al. Normal saline is a safe initial rehydration fluid in children with diarrhea-related hypernatremia. **European Journal of Pediatrics**, v.171, p.383-388, 2012.

EWASCHUCK, J. B.; NAYLON, J. M.; GORDON, A. Z. D-lactate in human and ruminant metabolism. Critical Review. **American Society for Nutritional Sciences Journal**, v.135, n.7, p.1619-1625, 2005.

FALL, P. J.; SZERLIP, H. M. Lactic acidosis: from sour milk o septic shock. Analytic Reviews. **Journal of Intensive Care Medicine**, v. 20, n. 5, p. 254-271, 2005.

FARIAS, S.K.; **Efeitos de soluções eletrolíticas associadas ou não à dextrose, maltodextrina e propionato de cálcio administradas por via enteral sobre parâmetros clínicos e laboratoriais de equinos**, 2010. 74f. Dissertação (Master Science) – Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

FARIAS, S.K. et. al. Hemogasometria e ânion gap em equinos tratados com soluções eletrolíticas enterais. **Ciência Rural**, v.41, n.9, p.1587-1592, 2011.

FEITOSA, F. L. P. **Semiologia Veterinária**. A arte do diagnóstico. 2. ed. São Paulo: Roca, 2008. 807 p.

FEITOSA, F.L.F. et al. Determinação do perfil bioquímico, renal e sérico de bezerros holandeses e mestiços, na região de Araçatuba/SP. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA, 2009, Belo Horizonte, MG, **Anais...** Belo Horizonte: Ciência Animal Brasileira, Sup. 1, 2009, p.255-259.

FONSECA, E.F. **Avaliação de soluções eletrolíticas para uso enteral administradas por sonda nasogástrica de pequeno calibre em bovinos desidratados experimentalmente**. 2006. 49p. Monografia (Especialização) – Curso de Especialização em Clínica e Cirurgia de Grandes Animais, Universidade Federal de Viçosa, 2006.

GAMBLE, J.L. Early history of fluid replacement therapy. **Annual Robert J. Terry Lecture, Washington University Medical School, St Louis**, p.554-567, 1953.

GOMES, C.L.N. **Efeitos do polietilenoglicol (PEG 3350) e soluções poliônicas administradas por via enteral e intravenosa em equinos**, 2010, 130f. Tese (Doctor Scientiae) – Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

GUYNTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, Cap. 28, 2006, p.348-364.

HAHN, S.; KIM, Y.; GARNER, P. Reduced osmolarity oral rehydration solution for treating dehydration due to diarrhea in children: systematic review. **British Medical Journal**, v.323, n.1, p.81-84, 2001.

HANNA, M.; SABERI, M.S. Incidence of hyponatremia in children with gastroenteritis treated with hypotonic intravenous fluid. **Pediatrics Nephrology**, v.25, n.8, p.1471-1475, 2010.

HOLLIDAY, M. The evolution of therapy for dehydration: Should deficit therapy still be taught? **Pediatrics**, v.98, n.1, p.171-177, 1996.

HOORN, E.J. et al. Acute hyponatremia related to intravenous fluid administration in hospitalized children: na observation study. **Pediatrics**, v.113, n.5, p.1279-1284, 2004.

JOHNSON, P.J. Electrolyte and acid-base disturbances in the horse. **Veterinary Clinics North American Equine Practice**, v.11, n.3, p.491-514, 1995.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestic animals**, 5.ed. San Diego: Academic Press, 2008. 932p.

KANETO, F.M. et al. Glicemia e “anion-gap” em bezerras sadias da raça holandesa no primeiro mês de vida. **Ars Veterinária**, v.20, n.3, p.291-298, 2004.

KANSUPADA, K.B.; SASSANI, J.W. Sushruta: the father of indian surgery and ophthalmology. **Documenta Ophthalmologica**, v.93, n.1, p.159-167, 1997.

KASARI, T.R.; NAYLOR, J.M. Evaluation of sodium bicarbonate, sodium L-lactate and sodium acetate for the treatment of acidosis in diarrheic calves. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.187, n.4, p.392-397, 1986.

KLEINMAN, R.E.; BARNES, L.A.; FINBER, L. History of pediatric nutrition and fluid therapy, **Pediatrics Research**, v.54, n.5, p.762-772, 2003.

LEAL, M.L.R.; MARUTA, C.A.; ORTOLANI, E.L. Uso de bicarbonato e lactato-L para correção da acidose metabólica sistêmica em bovinos com acidose láctica ruminal aguda. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.971-976, 2007.

LIAMIS, G.; MILIONIS, H.J.; ELISAF, M. A review of drug-induced hypernatremia. **Nephrology Dialysis Transplantation Plus**, v.2, n.5, p.339-346, 2009.

LISBOA, J.A.N. Fluidoterapia em ruminantes: uma abordagem prática. Disponível em: <http://www.spmv.org.br/conpavet2004/palestra%20-%20resumos/julio%20lisboa>. Acesso em: 23/01/2011.

LISBÔA, J.A.N. 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, n.3, p.136-142, 2002.

LOPES, M.A.F. Physiological aspects, indications e contraindications of enteral fluid therapy. **Equine Veterinary Education**, v.14, n.5, p.257-262, 2002a.

LOPES, M.A.F. **Hydration of colonic ingesta and feces in horses fed large grain meals or treated with enteral fluid therapy, saline cathartics and intravenous fluid therapy**. Blackburg, Virginia: VPI, 2002. 140p. Dissertation (Doctor of Philosophy) – Virginia Polytechnic Institute and State University. 2002b.

LOPES, M.A.F.; HEPBURN, R.J.; MCKENZIE, H.C. Enteral fluid therapy for horses. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinary**, v.25, n.5, p. 390-397, 2003.

McCLURE, J.T. Oral Fluid Therapy for Treatment of Neonatal Diarrhoea in Calves. **The Veterinary Journal**, v.162, n.2, p.87-89, 2001.

MEYER, H.; RADICKE, S.; KIENZLE, E. Investigations on preileal digestion of oats, corn and barley starch in relation to grain processing, **13th Equine Nutrition and Physiology Symposium**. Gainesville, Florida, 1993.

MORGAN, T. J. **Buffers**. In: KELLUM, J. A.; ELBERS, P. W. G. (Ed.). Stewart's textbook of acid-base. Amsterdam: Netherlands, 2009. 502 p.

MORITZ, M.L.; AYUS, J.C. New aspects in the pathogenesis, prevention, and treatment of hyponatremic encephalopathy in children. **Pediatrics Nephrology**, v.25, n.7, p.1225-1238, 2010.

NALIN, D.R. et al. Clinical concerns about reduced-osmolarity oral rehydration solution. **The Journal Of American Medical Association**, v. 291, n.21, p.2632-2635, 2004.

NAYLOR, J.M. et al. A comparasion of three oral solutions in the treatment of diarrheic calves. **Canadian Veterinary Journal**, v.31, n.11, p.753-760, 1990.

NAYLOR, J.M.; ZELLO, G.A.; ABEYSEKARA, S. Advances In Oral And Intravenous Fluid Therapy Of Calves With Gastrointestinal Disease. In: XXIV WORLD BUIATRICS CONGRESS – NICE – FRANCE, 2006. **ANAIS - XXIV WORLD BUIATRICS CONGRESS – NICE – FRANCE**, 2006.

NISHINAKA, D.; KISHINO, F.; MATSUURA, A. Water and electrolyte absorption from hypotonic oral rehydration solution in rat small intestine and colon. **Pediatrics International**, v.46, n.1, p.315-321, 2004.

NIVÍN, I. Conocimientos de los pediatras acerca del uso de soluciones de rehidratación oral en niños menores de cinco años con deshidratación por diarrea aguda infecciosa en dos hospitales de emergencias de Lima. **Revista Peruana de Epidemiología**, v.14, n.1, p.1-8, 2010.

ORAL REHYDRATION SALTS: Production of the new ORS. **Bulletin of World Health Organization and UNICEF**. 2006.

PESSIN, A.E. **Efeitos de soluções eletrolíticas hipotônicas associadas à sacarose, dextrose ou maltodextrina administradas por via enteral em equinos**. 2012. 84 f. Dissertação - Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-Mg.

RADOSTITS, O.M. et al. **Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. 2065 p.

RAINER, J.E.; DART, A.J. Enteral fluid therapy in large animals: review. **Australian Veterinary Journal**. v.84, n.12, p.447-451, 2006.

RAUTANEN, T. et al. Randomised double blind trial of hypotonic oral rehydration solutions with and without citrate. **Archives of Disease in Childhood**, v.70, p.44-46, 1994.

REECE, W. O. (Ed.). **Dukes**, fisiologia dos animais domésticos. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 926 p.

RIBEIRO FILHO, J.D. **Tratamento da compactação experimental do cólon maior de equinos com sene, fluidoterapia enteral e parenteral**. Belo Horizonte, MG. 2003. 130p. Dissertation (Doctor Scientiae). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de veterinária.

RIBEIRO FILHO, J.D. et al. Tratamento de bovinos desidratados com fluidoterapia via sonda nasogástrica de pequeno calibre. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 31, São Luís, 2004. **Anais...** São Luís – MA, 2004.

RIBEIRO FILHO, J.D. et al. Hemogasometria em equinos com compactação experimental do cólon maior tratados com sene, fluidoterapia enteral e parenteral. **Ciência Rural**, v.37, n.3, p.755-761, 2007.

RIBEIRO FILHO, J.D. et al. Hidratação enteral em ruminantes e equídeos. Eficiência com menor custo. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, n.48, p.63-67, 2009.

RIBEIRO FILHO, J.D. 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.

RIBEIRO FILHO, J.D.; ALVES, G.E.S.; DANTAS, W.M.F. Tratamentos da compactação experimental do cólon maior de equinos com hidratação enteral, intravenosa e sene (*Cassia augustifolia Vahl*). **Ceres**, v.59, n.1, p.407-410, 2012.

ROSE, R.J. A physiological approach to fluid and electrolyte therapy in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v.13, n.1, p.7-14, 1981.

SAEG – *Sistema para análises estatísticas. Versão 9.1.* Viçosa: UFV. Fundação Arthur Bernardes, 2007. 301 p.

SAFWATE, A. Urinary sodium excretion and the renin-aldosterone system in newborn calves. **Journal of Physiology**, v.362, p.261-271, 1985.

SAMADI, A.R.; ISLAM, R.; HUQ, M.I. Replacement of intravenous therapy by oral rehydration solution in a large treatment centre for diarrhea with dehydration. In: **Bulletin of World Health Organization**, v.4, n.76, p.319-324, 1998.

SEAHORN, T.L.; CORNICK-SEARHORN, J. Fluid Therapy. **Veterinary Clinical of North America: Equine Practice**, v.10, n.1, p.517-525, 1994.

SILVA, D.G.; SILVA, P.R.L.; FAGLIARI, J.J. Hemograma e perfil bioquímico, inclusive hemogasométrico, de bezerros infectados experimentalmente com *Salmonella Dublin*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.2, p.251-257, 2010.

SMITH, G.W. Treatment of calf diarrhea: oral fluid therapy. **Veterinary Clinical of North America: Food Animal Practice**, v.25, n.3, p.55-72, 2009.

SOSA LEON, L.A. et al. The effects of tonicity, glucose concentration e temperature of an oral rehydration solution on its absorption e elimination. **Equine Veterinary Journal**, v.27, n.s20, p.140-146, 1995.

SOSA LEON, L.A.; HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. Gastric emptying of oral rehydration solutions at rest and after exercise in horses. **Research Veterinary Science**, v.63, n.2, p.183-187, 1997.

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

WALLER, A.; LINDINGER, M.I. The effect of oral sodium acetate administration on plasma acetate concentration and acid-base state in horses. **Acta Veterinaria Escandinavica**, v.49, n.38, p.1-12, 2007.

ZHANG, D. L et al. D-lactic acidosis secondary to short bowel syndrome. **Post Graduate Medical Journal**, v.79, n.928, p.110-112, 2003.

Anexo1. Valores de referência das variáveis bioquímicas para bezerros neonatos

Variável	*Faixa de referência
Sódio (mMol/L)	132 – 152
Potássio (mMol/L)	3,9 – 5,8
Cloreto (mMol/L)	95 – 111
Cálcio (mMol/L)	2,43 – 3,10
Magnésio (mMol/L)	0,74 – 0,95
Glicose (mg/dL)	70 – 100
Lactato (mMol/L)	0,56 – 2,22
Ureia (mg/dL)	6,8 – 60,0
Creatinina (mg/dL)	0,3 – 2,0

*Fonte: Kaneko et al. (2008).

Anexo2. Valores de referência das variáveis hemogasométricas para bezerros neonatos

Variável	*Faixa de referência
pH _v	7,31 – 7,39
cHCO ₃ ^{-v} (mMol/L)	26,5 – 31,5
cBase _v (mMol/L)	1,5 – 5,2
pCO ₂ (mmHg)	48,0 – 60,0
pO ₂ (mmHg)	24,5 – 34,5
Ânion gap	10 – 20
tCO _{2v} (mMol/L)	26,0 – 33,3
sO ₂ (%)	35,4 – 50,6

*Fonte: adaptado de Lisboa et al. (2002).