

PEDRO ANCELMO NUNES ERMITA

**HIDRATAÇÃO COM SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS ENTERAIS DE  
MANUTENÇÃO CONTENDO DIFERENTES FONTES DE ENERGIA  
ADMINISTRADAS EM FLUXO CONTÍNUO VIA NASORRUMINAL EM  
BOVINOS**

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  
2018

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

T

Ermita, Pedro Ancelmo Nunes, 1990-  
E71h            Hidratação com soluções eletrolíticas enterais de  
2018            manutenção contendo diferentes fontes de energia administradas  
em fluxo contínuo via nasorruminal em bovinos / Pedro  
Ancelmo Nunes Ermita. – Viçosa, MG, 2018.  
xiv, 51f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: José Dantas Ribeiro Filho.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Medicina veterinária. 2. Bovinos. 3. Bioquímica clínica veterinária. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Veterinária. Doutorado em Medicina Veterinária. II. Título.

CDD 22 ed. 636.2

PEDRO ANCELMO NUNES ERMITA

**HIDRATAÇÃO COM SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS ENTERAIS DE  
MANUTENÇÃO CONTENDO DIFERENTES FONTES DE ENERGIA  
ADMINISTRADAS EM FLUXO CONTÍNUO VIA NASORRUMINAL  
EM BOVINOS**

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: 27 de fevereiro de 2018.



Hélio Cordeiro Manso Filho



Marcel Ferreira Bastos Avanza



Luiz Carlos Fontes Baptista Filho



Rinaldo Batista Viana  
(Coorientador)



José Dantas Ribeiro Filho  
(Orientador)

À Eva Nunes de Andrade (*in memoriam*) e Gerson  
Alves de Souza (*in memoriam*), meus exemplos de  
perseverança e serenidade.

## AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo que pela luz de sua sabedoria e bondade não deixou que tropeçasse com meu pé em pedra.

À Dayana Ermita (PR), que pelo toque suave de seu amor fez de mim um homem melhor e pela graça de sua paciência não deixou que nada me desmotivasse.

A Adelmo Ermita e Selma Ermita, minha perseverança veio de vocês, esse trabalho também é por vocês, um pedacinho bem pequeno de todo amor e gratidão que gostaria de recompensar. Vocês são minha vida.

Ao meu orientador, José Dantas Ribeiro Filho, que na confiança de um verdadeiro professor aceitou orientar, confiar e ensinar um desconhecido.

Ao meu co-orientador, Rinaldo Batista Viana, um rochedo que a vida e a ciência me fizeram reconhecer como exemplo e amigo.

Aos professores Hélio Cordeiro Manso Filho, Marcel Ferreira Bastos Avanza e Luiz Carlos Fontes Baptista Filho, por ajudarem a lapidar essa pedra bruta.

Aos meus grandes e incansáveis companheiros (as): Samuel Alves, Arthur Neves, Micheline Ozana, Lorena Monteiro, Caio Monteiro, Felipe Sperandio, Daniele Estanislau, Paulo Roberto, Pollyana Souto, Marina Resgala. Tudo se fez possível graças ao trabalho de vocês.

A Marcelo e Angélica Cangussu, pelo apoio e carinho incondicional durante toda minha formação.

A João Pedro, que deu nova razão à minha família.

A Leandro Abreu, Fabrícia Girardi e Lorenzo, meus amigos vocês fazem parte da minha vida e da minha família, vocês fizeram com que as lágrimas do vale das sombras se tornassem o orvalho acolhedor que anuncia o amanhecer de um lindo dia.

A Lucas Bento, você reforçou minha esperança na amizade e no companheirismo sinceros, a vitória não teria a mesma alegria se você.

À Gláucia Matos, que com seu jeitinho mineiro-uai deu alegria durante essa trajetória.

À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade em ampliar meus conhecimentos. A Pós-graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa que contribuiu para minha formação acadêmico-profissional e auxiliou durante a realização da pesquisa.

Ao Laboratório de Patologia Clínica do Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa, pela colaboração durante a realização das análises.

À Unidade de Pesquisa e Extensão em Gado de Leite da UFV pela disponibilidade dos animais utilizados no estudo.

À CAPES, pela concessão de bolsa de doutorado.

Sem a ajuda de todos vocês eu não seria possível chegar até aqui!

Muito obrigado a todos!

## **BIOGRAFIA**

PEDRO ANCELMO NUNES ERMITA, filho de Adelmo Ermita de Souza e Selma Nunes Ermita, nascido em Belém, estado do Pará, no dia 06 de julho de 1990.

Em abril de 2013, graduou-se em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural da Amazônia. Na mesma universidade, em março de 2013, ingressou no Mestrado em Saúde e Produção Animal, concentrando seus estudos na área Saúde Animal com ênfase nos distúrbios hidroeletrolíticas e ácido base em ruminantes. Defendeu dissertação intitulada “Hidratação enteral em bezerros bubalinos: avaliação de soluções eletrolíticas administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo”, em fevereiro de 2015. Ingressou no Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa, galgando o título de doutor em Medicina Veterinária em março de 2015.

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                                                   | Páginas |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>LISTA DE TABELAS</b>                                                                                                                                                                           | viii    |
| <b>LISTA DE ANEXOS</b>                                                                                                                                                                            | x       |
| <b>RESUMO</b>                                                                                                                                                                                     | xi      |
| <b>ABSTRACT</b>                                                                                                                                                                                   | xiii    |
| <b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b>                                                                                                                                                                        | 1       |
| <b>2. OBJETIVOS</b>                                                                                                                                                                               | 4       |
| 2.1. OBJETIVO GERAL                                                                                                                                                                               | 4       |
| 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                                                                                                                                        | 4       |
| <b>3. CAPÍTULO I: Efeitos de soluções eletrolíticas com diferentes precursores glicêmicos administradas via nasorruminal em bovinos: avaliação dos biomarcadores fisiológicos e hematológicos</b> | 5       |
| 3.1. Resumo                                                                                                                                                                                       | 5       |
| 3.2. Abstract                                                                                                                                                                                     | 6       |
| 3.3. Introdução                                                                                                                                                                                   | 7       |
| 3.4. Material e Métodos                                                                                                                                                                           | 8       |
| 3.5. Resultados e Discussão                                                                                                                                                                       | 10      |
| 3.6. Conclusão                                                                                                                                                                                    | 14      |
| 3.7. Agradecimentos                                                                                                                                                                               | 14      |
| 3.8. Fontes de Aquisição                                                                                                                                                                          | 14      |
| 3.9. Comitê de Ética e Biossegurança                                                                                                                                                              | 15      |
| Referências                                                                                                                                                                                       | 15      |
| <b>4. CAPÍTULO II: Alterações hidroeletrolíticas e da glicemia em bovinos: efeitos de soluções poliônicas de manutenção administradas em fluxo contínuo via nasorruminal</b>                      | 18      |
| 4.1. Resumo                                                                                                                                                                                       | 18      |
| 4.2. Abstract                                                                                                                                                                                     | 19      |
| 4.3. Introdução                                                                                                                                                                                   | 20      |
| 4.4. Material e Métodos                                                                                                                                                                           | 21      |
| 4.4.1. Animais experimentais                                                                                                                                                                      | 21      |
| 4.4.2. Tratamentos                                                                                                                                                                                | 21      |



|           |                                                                                                                                                                     |           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.4.3.    | Delineamento experimental                                                                                                                                           | 21        |
| 4.4.4.    | Colheitas de amostras biológicas e determinações bioquímicas realizadas                                                                                             | 22        |
| 4.4.5.    | Análise estatística                                                                                                                                                 | 22        |
| 4.5.      | Resultados                                                                                                                                                          | 23        |
| 4.6.      | Discussão                                                                                                                                                           | 27        |
| 4.7.      | Conclusão                                                                                                                                                           | 30        |
| 4.8.      | Agradecimentos                                                                                                                                                      | 30        |
| 4.9.      | Conflitos de interesse                                                                                                                                              | 30        |
|           | Referências Bibliográficas                                                                                                                                          | 31        |
| <b>5.</b> | <b>CAPÍTULO III: Soluções eletrolíticas enterais de manutenção contendo diferentes fontes de energia para bovinos: efeitos sobre a hemogasometria e pH urinário</b> | <b>34</b> |
| 5.1.      | Resumo                                                                                                                                                              | 34        |
| 5.2.      | Abstract                                                                                                                                                            | 35        |
| 5.3.      | Introdução                                                                                                                                                          | 36        |
| 5.4.      | Material e Métodos                                                                                                                                                  | 37        |
| 5.5.      | Resultados                                                                                                                                                          | 38        |
| 5.6.      | Discussão                                                                                                                                                           | 39        |
| 5.7.      | Conclusão                                                                                                                                                           | 43        |
| 5.8.      | Conflitos de interesse                                                                                                                                              | 43        |
| 5.9.      | Agradecimentos                                                                                                                                                      | 43        |
|           | Referências Bibliográficas                                                                                                                                          | 43        |
| <b>6.</b> | <b>Conclusão geral</b>                                                                                                                                              | <b>46</b> |
|           | <b>Anexos</b>                                                                                                                                                       | <b>47</b> |

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I

- Tabela 1** – Média  $\pm$  desvio padrão da frequência cardíaca (FC - bpm), frequência respiratória (FR – ciclos/minuto), temperatura retal (TR - °C), movimentos ruminais/3 minutos (MR), circunferência abdominal (CA - cm) e umidade das fezes (UF - %) de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas.....10
- Tabela 2** – Média  $\pm$  desvio padrão do eritrograma de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas contendo diferentes fontes de energia.....12
- Tabela 3** – Média  $\pm$  desvio padrão do leucograma de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas contendo diferentes fontes de energia.....13

### Capítulo II

- Tabela 1** – Média  $\pm$  desvio padrão dos eletrólitos séricos sódio, potássio, cloreto e cálcio total de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas contendo diferentes fontes de energia.....23
- Tabela 2** – Média  $\pm$  desvio padrão magnésio, fósforo, ureia e creatinina de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas contendo diferentes fontes de energia.....24
- Tabela 3** - Média  $\pm$  desvio padrão da proteína plasmática total (PPT), osmolaridade sérica (Osm), glicose (Glic) e lactato (Lact) de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas contendo diferentes fontes de energia.....25

|                                                                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 4</b> - Média $\pm$ desvio padrão dos eletrólitos urinários de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas contendo diferentes fontes de energia..... | 26 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 5:</b> Média $\pm$ desvio da densidade e volume urinários de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas contendo diferentes fontes de energia..... | 27 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### Capítulo III

|                                                                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1</b> – Média $\pm$ desvio padrão dos parâmetros hemogasométricos e pH urinário de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas contendo diferentes fontes de energia..... | 39 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## LISTA DE ANEXOS

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Anexo 1</b> – Valores de referência dos biomarcadores fisiológicos e do hemograma de bovinos ..... | 47 |
| <b>Anexo 2</b> – Valores de referência para a bioquímica sérica e hemogasometria em bovinos .....     | 48 |
| <b>Anexo 3:</b> Relatório fotográfico do estudo.....                                                  | 49 |

## RESUMO

ERMITA, Pedro Ancelmo Nunes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Hidratação com soluções eletrolíticas enterais de manutenção contendo diferentes fontes de energia administradas em fluxo contínuo via nasorruminal em bovinos.** Orientador: José Dantas Ribeiro Filho. Coorientador: Rinaldo Batista Viana.

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de três soluções eletrolíticas enterais sobre o bem-estar, equilíbrio hidroeletrolítico e ácido base em bovinos adultos. O delineamento experimental foi o *crossover* 6x3 (seis animais x três tratamentos). Os animais foram hidratados via nasorruminal em fluxo contínuo por 12h, a uma dose de 15 mL / kg / h. Todos os animais foram submetidos aos três tratamentos: solução contendo propionato de cálcio (SEPCa) - 4g de NaCl, 0,5g de KCl, 0,3g de MgCl<sub>2</sub> e 10g de propionato de cálcio diluídos em 1000mL de água (osmolaridade mensurada 299 mOsm / L); Solução com glicerol (SEGli) - 4g de NaCl, 0,5g de KCl, 0,3g de MgCl<sub>2</sub> e 10mL de glicerol diluídos em 1000 mL de água (osmolaridade mensurada 287 mOsm / L); Solução contendo propilenoglicol (SEPro) - 4g de NaCl, 0,5g de KCl, 0,3g de MgCl<sub>2</sub> e 15 mL de propilenoglicol diluídos em 1000 mL de água (osmolaridade mensurada 378 mOsm / L). Foi realizado exame físico (frequências cardíaca e respiratória, temperatura retal, circunferência abdominal e movimentos ruminais) e obtidas amostras de sangue, urina e fezes a cada três horas de hidratação e uma amostra após 12h após a hidratação. As seguintes análises foram realizadas: sódio, potássio, cloreto, cálcio, magnésio, fósforo, uréia, creatinina, proteínas plasmáticas, glicose, lactato, osmolaridade sérica, densidade urinária, volume e pH urinário. Foram obtidas amostras de sangue em seringas contendo heparina lítio para determinação do pH, concentração de bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), excesso de base (BE), ânion gap e diferença de íons fortes (DIF). Não houveram sinais de estresse ou desconforto, todas as soluções promoveram diminuição do número de eritrócitos, da concentração de hemoglobina e do volume globular, sem causar alterações no leucograma. Houve diminuição das proteínas plasmáticas, da concentração de potássio e magnésio urinários e da densidade urinária. Foi observado aumento na glicemia e nas concentrações de sódio e cloreto urinários. Foram detectadas variações significativas no pH sanguíneo, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e BE durante as 12h de hidratação. A solução SEPCa induziu alcalose metabólica discreta e reversível. As três soluções eletrolíticas administradas por sonda nasorruminal em fluxo contínuo, mostraram-se capazes de expandir a volemia com mínimos efeitos sobre o bem-estar, sem induzir o aparecimento de distúrbios hidroeletrolíticos. As soluções com propionato de cálcio e propilenoglicol apresentaram

os melhores efeitos sobre a glicemia. As soluções SEGli e SEPro não causaram alterações no equilíbrio ácido base, podendo serem utilizadas com segurança na terapia de manutenção fluidos em bovinos.

## ABSTRACT

ERMITA, Pedro Ancelmo Nunes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2018. **Fluid therapy with maintenance electrolyte solutions containing different glicaemic precursors administered in continuous flow by nasorruminal route in bovines.** Advisor: José Dantas Ribeiro Filho. Co-Advisor: Rinaldo Batista Viana.

The objective of this study was to evaluate the efficacy of three enteral electrolyte solutions on the hydroelectrolytic balance of healthy cattle. The crossover design was 6x3 (six animals x three treatments). The animals were hydrated via nasorruminal in continuous flow for 12h, in a dose rate of 15mL / kg / h. All the animals was submitted to the three treatments: Solution with calcium propionate – 4g of NaCl, 0,5g of KCl, 0,3g of MgCl<sub>2</sub> and 10g of calcium propionate diluted in 1000mL of water (Measured osmolarity: 299 mOsm/L); Solution with Glycerol - 4g of NaCl, 0,5g of KCl, 0,3g of MgCl<sub>2</sub>, 1g of calcium acetate and 10 mL of glycerol in 1000mL of water (Measured osmolarity: 287 mOsm/L); Solution with propylene glycol - 4g of NaCl, 0,5g of KCl, 0,3g of MgCl<sub>2</sub>, 1g of calcium acetate and 15 mL of propylene glycol in 1000mL of water (Measured osmolarity: 378 mOsm/L). Was performed physical evaluation (heart and respiratory rate, rectal temperature, abdominal circumference, ruminal movements, and stool moisture) and blood and urine samples were performed every three hours of fluid therapy and another blood sample 12 hours after the end of fluid therapy. The following analyzes were performed: sodium, potassium, chloride, calcium, magnesium, phosphorus, urea, creatinine, plasma proteins, glucose, lactate, serum osmolarity, urinary density, and urinary volume. There was a decrease in plasma proteins, potassium and magnesium urinary concentration and urinary density. Blood samples were obtained in lithium heparin-containing syringes pH, carbon dioxide partial pressure (pCO<sub>2</sub>), bicarbonate concentration (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), base excess (BE), anion gap, difference ion strong (DIF), and urinary pH were determined. No signs of stress or discomfort was observed, all solutions caused a significant decrease in erythrocytes number, hemoglobin concentration and of hematocrit, without cause alterations in the leukogram. There was a decrease in plasma proteins, potassium and magnesium urinary concentration and urinary density. Increased glycemia, urinary sodium and chloride concentrations and urinary volume were registered. Significant changes in blood pH, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> and BE during the 12 hours of fluid therapy were detected. The electrolytic solution containing calcium propionate (SEPCa) induced the arising of reversible slight metabolic alkalosis. The three electrolytes solutions administrated by nasogastric tube in continuous flow was showed

secure, capable of expand the volemia, with minimal effects in the welfare of the heifers without causing hydroelectrolytic imbalances. Solutions with calcium propionate and propylene glycol had a better effect on glycaemia, The solutions containing glycerol (SEGli) and propylene glycol (SEpro) did not cause alterations in the acid balance balance and could be safely used in maintenance therapy of fluids in cattle.



## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A água é o componente em maior abundância (aproximadamente 60% em animais adultos) no organismo dos mamíferos e é graças a esta substância que inúmeras reações bioquímicas, necessárias a vida, podem acontecer. Está distribuída em dois grandes compartimentos o líquido intracelular (LIC), que aloca 2/3 de toda a água corporal total, e o líquido extracelular (LEC), composto pelo líquido intravascular e líquidos intersticial e transcelular.

O equilíbrio entre LIC e LEC se dá por meio complexas interações químicas e físicas, decorrentes da composição de cada compartimento. Sódio, cloreto e bicarbonato são os principais íons do LEC, enquanto potássio, fosfatos e as proteínas estão predominantemente no LIC. Apesar da distribuição mencionada, ressalta-se que todos os compartimentos, mesmo com suas diferenças e semelhanças de composição, interagem fortemente de uma maneira equilibrada e muito dinâmica de modo que variações na composição hídrica ou eletrolítica, seja qual for o compartimento, pode provocar importantes variações de volume e/ou composição noutro.

A desidratação, portanto, é definida como a perda não compensada de água, que pode estar ou não associada a desequilíbrios eletrolíticos e ácido base. Esses distúrbios são condições frequentemente encontrados na rotina buiátrica e compõe uma das mais importantes avaliações durante o exame clínico de animais enfermos. A rápida correção de anormalidades hidroeletrólíticas e ácido base é premissa básica para a recuperação do paciente e é feita por meio da hidratação.

A reposição de líquidos e eletrólitos em ruminantes pode ser realizada por meio das modalidades intravenosa e enteral. A primeira é indispensável quando o risco de choque hipovolêmico é eminente, pois permite uma rápida reposição volêmica, entretanto, o custo da terapia é bastante elevado, portanto, seu uso é limitado a quadros graves. A hidratação enteral é sempre indicada quando a motilidade do trato gastrointestinal não está demasiadamente comprometida. Esta modalidade é aplicada classicamente pela via ororruminal, onde o animal é contido, sondado e a solução eletrólita é depositada de uma única vez em uma grande quantidade, sendo o processo repetido inúmeras vezes até o reestabelecimento da volemia ou correção dos desequilíbrios.

Uma alternativa a via ororruminal é a administração de soluções em fluxo contínuo via nasorruminal. Com isso, é possível fazer a deposição de soro diretamente no

rúmen de maneira lenta e contínua, diminuindo a necessidade de sucessivas sondagens e o desconforto causado pela distensão abdominal.

A composição ideal para bovinos adultos ainda permanece desconhecida, bem como a osmolaridade mais adequada e a fonte de energia mais recomendada. Já existem alguns indícios que sugerem que as soluções devam conter sódio, potássio, cloreto, cálcio, magnésio, fosfato, do ponto de vista ácido base devem ser neutras ou terem pequeno potencial acidificante, dado que bovinos adultos apresentam alcalose metabólica mais frequentemente. A fonte de energia deve ser capaz de passar intacta pela ação da microbiota ruminal e/ou serem biotransformadas em metabólitos absorvíveis e utilizados na produção de glicose, como o propionato, o glicerol e o propilenoglicol.

Esses precursores glicêmicos têm sido amplamente utilizados na forma de *drensh*, cujo objetivo não é a reposição ou manutenção hidroeletrolítica, mas sim uma suplementação nutricional, logo, são adicionados em quantidades elevadas na solução.

O propionato de cálcio é empregado como suplemento em vacas de leite para a prevenção, controle e tratamento do balanço energético negativo, cetose e da hipocalcemia puerperal devido sua capacidade glicemiante e de fornecimento de cálcio. O propionato é o principal ácido graxo volátil (AGV) produzido no rúmen (60-70 %) e é a principal substância utilizada pelo fígado para a produção de glicose pela via gliconeogênica. Nas mitocôndrias dos hepatócitos, o propionato é incluído no ciclo de Krebs após sua conversão em Succinil-CoA, podendo ser utilizado na produção de ATP ou de glicose pela via oposta à glicólise quando oxidado a oxaloacetato.

O glicerol tem sido testado como substituto do milho nas rações para vacas de leite, pois tem mínimos efeitos sobre a microbiota e sobre o padrão de fermentação ruminal quando adicionado em até 8% da matéria seca, além de não alterar significativamente a composição do leite. Pode ser absorvido em sua forma intacta (40%) pelo epitélio ruminal e ser metabolizado no fígado em glicerol-6-fosfato, por ação da enzima glicerol quinase, e participar da via gliconeogênica. Pode ainda ser fermentado em propionato (43%), sendo metabolizado em oxaloacetato no ciclo de Krebs, também no fígado, que poderá ser utilizado na produção de glicose.

O propilenoglicol é utilizado como aditivo energético para vacas durante o início da lactação, com objetivo de diminuir as concentrações de corpos cetônicos e de ácidos graxos livres, bem como o risco de esteatose hepática durante o período de transição. Quando comparado ao glicerol, por exemplo, tem efeito glicemiante de maior intensidade, que aparece mais rapidamente (aproximadamente 30 minutos) após a

administração intrarruminal. Quando metabolizado pelas bactérias ruminais, o propilenoglicol é convertido em maior parte a propionato. Assim como glicerol, pode ser absorvido passivamente pela parede ruminal e, por ação da enzima aldeído desidrogenase, ser convertido em DL-lactato, que poderá ser utilizado na produção de piruvato. Este último por sua vez pode ser utilizado na via gliconeogênica ou ser convertido em oxaloacetato e participar do ciclo de Krebs.

Como podemos constatar ainda existem muitos questionamentos a serem eluciados acerca da hidratação enteral em bovinos adultos. Cabe ressaltar que os dados provenientes de estudos controlados, utilizando soluções eletrolíticas administradas em fluxo contínuo são muito escassos, tornando imperiosa novas pesquisas sobre o tema.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral:**

Investigar os efeitos de três soluções eletrolíticas de manutenção, com diferentes fontes de energia, administradas por via nasogástrica em fluxo contínuo em bovinos clinicamente saudáveis.

### **2.2. Objetivos específicos:**

- Descrever o comportamento dos animais frente a utilização da sonda nasorruminal de pequeno calibre;
- Determinar os efeitos das soluções eletrolíticas administradas na dose de 15 mL/kg/h;
- Avaliar a concentração dos eletrólitos sob influência da hidratação enteral em fluxo contínuo;
- Avaliar o comportamento do equilíbrio ácido base frente a hidratação enteral em fluxo contínuo;
- Avaliar qual das fontes de energia propostas será mais eficaz em manter o balanço energéticos dos animais

### 3. CAPÍTULO I

#### **Efeitos de soluções eletrolíticas com diferentes precursores glicêmicos administradas via nasorruminal em bovinos: avaliação dos biomarcadores fisiológicos e hematológicos**

##### 3.1. RESUMO

ERMITA, Pedro Ancelmo Nunes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018.  
**Hidratação com soluções eletrolíticas enterais de manutenção contendo diferentes fontes de energia administradas em fluxo contínuo via nasorruminal em bovinos.**  
Orientador: José Dantas Ribeiro Filho. Coorientador: Rinaldo Batista Viana.

Objetivou-se avaliar os efeitos de três soluções eletrolíticas enterais de manutenção com diferentes fontes de energia administradas em bovinos por via nasorruminal em fluxo contínuo sobre parâmetros fisiológicos e hematológicos. Foram utilizadas seis novilhas holandesas em um delineamento crossover. Os animais foram submetidos a três tratamentos: Solução contendo Propionato de cálcio – 4g de NaCl, 0,5g de KCl, 0,3g de MgCl<sub>2</sub> e 10g de propionato de cálcio para cada 1000 mL (Osmolaridade mensurada: 299 mOsm/L); Solução contendo Glicerol - 4g de NaCl, 0,5g de KCl, 0,3g de MgCl<sub>2</sub>, 1g de acetato de cálcio e 10 mL de glicerol para cada 1000 mL (Osmolaridade mensurada: 287 mOsm/L); Solução contendo Propilenoglicol - 4g de NaCl, 0,5g de KCl, 0,3g de MgCl<sub>2</sub>, 1g de acetato de cálcio e 15 mL de propilenoglicol para cada 1.000 mL (Osmolaridade mensurada: 378 mOsm/L). Foi realizado exame físico e colheita de sangue para os hemogramas imediatamente antes do início da hidratação e a cada três horas durante 12h de tratamento e mais uma colheita 12h após o final do período experimental, perfazendo seis colheitas ao total. Todas soluções promoveram ao longo das 12 horas de tratamento hemodiluição com redução nos valores de hemácias, concentração de hemoglobina e volume globular, sem, contudo, alterar o leucograma. As soluções eletrolíticas administradas se mostram seguras, capazes de expandir a volemia, com mínimos efeitos sobre o bem-estar dos animais, visto que não foram observados sinais de estresse ou desconforto, sendo indicadas como uma alternativa à hidratação parenteral na terapia de manutenção de fluidos em bovinos.

**Palavras-chave:** ruminantes, solução poliônica, via nasorruminal, volemia, hemograma

**Effects of electrolytic solutions with different glycemic precursors administered nasoruminally in cattle: evaluation of physiological and hematological biomarkers**

**3.2. ABSTRACT**

ERMITA, Pedro Ancelmo Nunes, D.Sc., Federal University of Viçosa, February, 2018.  
**Fluid therapy with maintenance electrolyte solutions containing different glicaemic precursors administered in continuous flow by nasorruminal route in bovines.**  
Advisor: José Dantas Ribeiro Filho. Co-Advisor: Rinaldo Batista Viana.

The aim of this research was evaluate the effects of three enteral electrolytes solutions, with different osmolarity and administrated in continuous flow, in the physiological parameters and the blood count of health cattle. Was used six Holstein heifers in a crossover design. All the animals was submitted to the three treatments: Solution with calcium propionate – 4g of NaCl, 0,5g of KCl, 0,3g of MgCl<sub>2</sub> and 10g of calcium propionate diluted in 1000mL of water (Measured osmolarity: 299 mOsm/L); Solution with Glycerol - 4g of NaCl, 0,5g of KCl, 0,3g of MgCl<sub>2</sub>, 1g of calcium acetate and 10 mL of glycerol in 1000mL of water (Measured osmolarity: 287 mOsm/L); Solution with propylene glycol - 4g of NaCl, 0,5g of KCl, 0,3g of MgCl<sub>2</sub>, 1g of calcium acetate and 15 mL of propylene glycol in 1000mL of water (Measured osmolarity: 378 mOsm/L). Was performed physical evaluation and collected blood samples just before the beginning of the fluid therapy, in each three hours in the 12 hours of fluid therapy and another 12 hours after the end of the treatment. As results, no signs of stress or discomfort, all solutions caused a significant decrease in erythrocytes number, hemoglobin concentration and of hematocrit, without cause alterations in the leukogram. The three electrolytes solutions administrated by nasogastric tube in continuous flow was showed secure, capable of expand the volemia, with minimal effects in the welfare of the cattle, and can be indicated as an option for the parenteral fluid therapy.

**Key words:** ruminants, electrolyte solutions, nasogastric route, volemia, hemogram

### 3.3. Introdução

A ocorrência de alterações no equilíbrio hidroeletrolítico e ácido base é um achado muito frequente nas mais variadas enfermidades que acometem os bovinos, logo, a hidratação é uma modalidade terapêutica indispensável na rotina buiátrica (Ribeiro Filho et al., 2013). Desta forma, a correta avaliação da desidratação e a identificação da alteração ácido base, serão fundamentais para a formulação correta do protocolo de reposição hidroeletrolítica.

Em bovinos adultos, a elaboração de protocolos de hidratação possui inúmeros questionamentos desde a quantidade de fluido que será fornecida, dado ao tamanho dos animais até a formulação ideal da solução eletrolítica, que ainda permanece desconhecida. Segundo Constable (2003), uma solução de uso enteral deve conter sódio, potássio, cloreto, cálcio, magnésio, fosfato, e um precursor glicêmico como o propionato. Ribeiro Filho et al. (2014) complementam afirmando que além de recompor a volemia e o equilíbrio eletrolítico, estas soluções não devem induzir o aparecimento de novos distúrbios.

Classicamente as vias intravenosa e ororruminal são as mais utilizadas nos bovinos (Ribeiro Filho et al., 2013). Em razão do volume requerido ser grande, a necessidade de acompanhamento profissional durante a terapia e o custo do litro da solução eletrolítica ser elevado o uso da via parenteral muitas vezes é inviável (Ribeiro Filho et al., 2011), tornando-se uma modalidade aplicada nos casos mais graves, como na iminência do choque hipovolêmico. A hidratação enteral pela via ororruminal permite a administração de grandes quantidades de solução eletrolítica e é sempre recomenda nos casos de desidratação leve ou moderada (Roussel, 2014), resguardando-se a necessidade de uma mínima atividade do trato gastrointestinal. Apesar da simplicidade da técnica, quando a terapia deve ser estendida por alguns dias, as sucessivas sondagens aumentam o risco de lesão de laringe e esôfago, além do desconforto que pode ser causado pela rápida deposição de uma grande quantidade de líquido diretamente no rúmen (Ribeiro Filho et al., 2011).

Uma alternativa, que há mais de 10 anos vem sendo estudada no Brasil, é a hidratação enteral em fluxo contínuo, por meio de sonda nasogástrica ou nasorruminal de pequeno diâmetro. Essa técnica já vem sendo utilizada com sucesso em equinos (Avanza et al., 2009; Ribeiro Filho et al., 2012; Ribeiro Filho et al., 2015), caprinos (Atoji-Henrique et al., 2012), bezerros (Ribeiro Filho et al., 2017) e bezerros bubalinos (Ermita et al., 2016). Em bovinos adultos já existem alguns resultados experimentais (Ribeiro

Filho et al., 2009; Ribeiro Filho et al., 2011; Ribeiro Filho et al., 2013), porém, há muitas respostas a serem descobertas, quanto a osmolaridade, a composição, o precursor energético e a velocidade de infusão mais eficazes para estes animais.

Uma das características mais importantes da hidratação enteral é a possibilidade de elaboração de soluções, cuja formulação possa ser alterada conforme as necessidades dos pacientes, o que pode aumentar a sua eficácia terapêutica (Ribeiro Filho, 2011) e quando realizada em fluxo contínuo, os efeitos deletérios anteriormente mencionados são bastantes reduzidos, sem comprometer seus efeitos dando ao paciente uma condição de melhor bem-estar.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar os efeitos de três soluções eletrolíticas enterais, com diferentes fontes de energia administradas em fluxo contínuo, sobre os parâmetros fisiológicos e as variáveis do hemograma de bovinos hígidos.

### **3.4. Material e Métodos**

Foram utilizados seis bovinos da raça Holandesa, hígidos, provenientes do rebanho da Unidade Experimental de Pesquisa e Extensão em Gado de Leite da Universidade Federal de Viçosa, com idade entre 18 e 24 meses e peso corporal médio de 300 kg. Os animais foram adaptados às condições experimentais por um período de 10 dias antes do início do experimento, onde foram confinadas em baias individuais no sistema *Tie Stall*, recebendo silagem de milho, ração balanceada, conforme manejo da unidade, e tiveram acesso a água *ad libitum*.

O delineamento adotado foi o *crossover* 6x3 (seis animais x três tratamentos) de modo que todos os animais fossem submetidos a todos os tratamentos. Para que não houvessem sobreposição de efeitos, foi dado um intervalo de sete dias entre os tratamentos. As soluções eletrolíticas possuíam a seguinte composição: Solução contendo Propionato de cálcio (SEPCa) – 4g de NaCl<sup>a</sup>, 0,5g de KCl<sup>a</sup>, 0,3g de MgCl<sub>2</sub><sup>a</sup> e 10g de propionato de cálcio<sup>b</sup> para cada 1.000 mL (Osmolaridade mensurada: 299 mOsm/L); Solução contendo Glicerol (SEGli) - 4g de NaCl<sup>a</sup>, 0,5g de KCl<sup>a</sup>, 0,3g de MgCl<sub>2</sub><sup>a</sup>, 1g de acetato de cálcio<sup>a</sup> e 10 mL de glicerol<sup>c</sup> para cada 1.000 mL (Osmolaridade mensurada: 287 mOsm/L); Solução contendo Propilenoglicol (SEProp) - 4g de NaCl<sup>a</sup>, 0,5g de KCl<sup>a</sup>, 0,3g de MgCl<sub>2</sub><sup>a</sup>, 1g de acetato de cálcio<sup>a</sup> e 15 mL de propilenoglicol<sup>a</sup> para cada 1.000 mL (Osmolaridade mensurada: 378 mOsm/L).

Para administração das soluções, foi utilizada sonda nasorruminal de pequeno calibre (1 cm de diâmetro e 1,8m de comprimento), fixada em cabresto e ligada a um



galão com capacidade para 20L, por meio de equipo espiral<sup>d</sup>, posicionado 1,5m acima da cabeça do animal. A dose utilizada foi de 15 mL/kg/h, durante 12h, período em que os animais não receberam alimento nem tiveram acesso a água. Após a hidratação, os animais foram mantidos em jejum hídrico e alimentar por mais 12h, perfazendo um total de 24h para cada ciclo experimental. As avaliações e colheita de material biológico foram realizadas nos seguintes tempos experimentais: T0h - imediatamente antes da sondagem dos animais; T3h - três horas após o início da hidratação; T6h - seis horas após o início da hidratação; T9h - nove horas após o início da hidratação; T12h - 12 horas após o início da hidratação (período de hidratação) e T24h - 12 horas após o fim da hidratação (período de observação).

A avaliação dos biomarcadores fisiológicos foi composta de frequências cardíaca (FC - bpm) e respiratória (FR - mpm), temperatura retal (TR - °C), movimentos ruminais (MR - 3 minutos), circunferência abdominal (CA - cm) e umidade das fezes (UF - %). Amostras de sangue colhidas por venopunção da jugular, por meio de sistema a vácuo<sup>e</sup>, em tubos contendo K<sub>2</sub>EDTA, foram utilizadas para determinação do hemograma em aparelho automático<sup>f</sup>. A contagem diferencial de leucócitos foi realizada em esfregaço sanguíneo conforme o recomendado por Stockham & Scott (2011). A circunferência abdominal foi determinada por meio de fita métrica posicionada na região da fossa paralombar. As fezes foram colhidas diretamente da ampola retal, imediatamente pesadas e submetidas a secagem em estufa a 60°C, foram realizadas sucessivas pesagens até que se obtivesse um peso constante. A umidade foi determinada pela seguinte equação:  $[(\text{peso inicial} - \text{peso final}) \times 100 / \text{peso inicial}]$ .

Os resultados foram submetidos a análise descritiva para obtenção de média e desvio padrão. A normalidade da distribuição dos dados foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk e a esfericidade das variâncias pelo teste de Mauchly. Uma vez atendidos os pré-requisitos de normalidade e esfericidade, utilizou-se a análise de variância (ANOVA) com base em um delineamento fatorial de medidas repetidas, para que fossem avaliados os efeitos principais do tempo, dos tratamentos e da interação tempo\*tratamento. Para as comparações múltiplas empregou-se o teste *post hoc* de Tukey. Quando não foi possível utilizar a ANOVA adotou-se o teste de Friedman com *post hoc* de Wilcoxon associado à correção de Bonferroni. Todas as análises foram realizadas pelo pacote estatístico SPSS 20 (IBMD, Statistic). A significância foi considerada quando  $P < 0,05$ .

### 3.5. Resultados e Discussão

Observou-se que apenas no grupo tratado com SEPCa houve uma diminuição na FC (Tabela 1) durante o período de hidratação ( $P < 0,05$ ). Os resultados da FR, durante as 12h de fornecimento das soluções eletrolíticas, permaneceram iguais ( $P > 0,05$ ) ao T0h. Todavia, esses valores permaneceram dentro dos limites de referência para a espécie (Feitosa, 2004).

As variáveis fisiológicas têm sido amplamente empregadas para avaliação do bem-estar e adaptação de bovinos às mais variadas condições edafoclimáticas e de manejo (Diniz et al., 2017). Desta forma, pode-se inferir que os dados (Tabela 1) aqui observados

**Tabela 1** – Média  $\pm$  desvio padrão da frequência cardíaca (FC - bpm), frequência respiratória (FR – ciclos/minuto), temperatura retal (TR - °C), movimentos ruminais/3 minutos (MR), circunferência abdominal (CA - cm) e umidade das fezes (UF - %) de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas.

|    |        | Fase de hidratação             |                                |                                |                               |                               |                                |
|----|--------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|    | Trat.  | T0h                            | T3h                            | T6h                            | T9h                           | T12h                          | T24h                           |
| FC | SEPCa  | 70,7 $\pm$ 11,4 <sup>Aa</sup>  | 67,5 $\pm$ 9,6 <sup>Aab</sup>  | 63,8 $\pm$ 10,1 <sup>Aab</sup> | 62,0 $\pm$ 10,7 <sup>Ab</sup> | 63,2 $\pm$ 7,6 <sup>Bab</sup> | 66,5 $\pm$ 7,53 <sup>Aab</sup> |
|    | SEGlic | 67,7 $\pm$ 22,4 <sup>A</sup>   | 62,0 $\pm$ 13,8 <sup>A</sup>   | 55,8 $\pm$ 12,8 <sup>A</sup>   | 58,2 $\pm$ 7,7 <sup>A</sup>   | 55,8 $\pm$ 9,2 <sup>B</sup>   | 57,3 $\pm$ 8,9 <sup>B</sup>    |
|    | SEProp | 71,5 $\pm$ 15,4 <sup>Aab</sup> | 70,0 $\pm$ 10,7 <sup>Aab</sup> | 63,5 $\pm$ 11,3 <sup>Ab</sup>  | 61,7 $\pm$ 10,8 <sup>Ab</sup> | 74,7 $\pm$ 6,7 <sup>Aa</sup>  | 67,5 $\pm$ 5,8 <sup>ABab</sup> |
| FR | SEPCa  | 20,2 $\pm$ 6,8 <sup>abc</sup>  | 18,3 $\pm$ 5,8 <sup>bc</sup>   | 17,3 $\pm$ 5,9 <sup>bd</sup>   | 19,7 $\pm$ 5,3 <sup>c</sup>   | 19,0 $\pm$ 4,5 <sup>cd</sup>  | 23,7 $\pm$ 2,7 <sup>a</sup>    |
|    | SEGlic | 21,0 $\pm$ 10,6 <sup>ab</sup>  | 18,7 $\pm$ 5,4 <sup>ab</sup>   | 17,5 $\pm$ 5,2 <sup>b</sup>    | 17,5 $\pm$ 6,2 <sup>bc</sup>  | 19,7 $\pm$ 5,9 <sup>ac</sup>  | 21,5 $\pm$ 4,7 <sup>a</sup>    |
|    | SEProp | 17,0 $\pm$ 4,6 <sup>bd</sup>   | 17,3 $\pm$ 6,0 <sup>bc</sup>   | 20,3 $\pm$ 7,6 <sup>ad</sup>   | 20,3 $\pm$ 5,3 <sup>acd</sup> | 21,3 $\pm$ 5,1 <sup>bcd</sup> | 22,2 $\pm$ 3,7 <sup>a</sup>    |
| TR | SEPCa  | 38,6 $\pm$ 0,5 <sup>ac</sup>   | 38,4 $\pm$ 0,4 <sup>bd</sup>   | 38,4 $\pm$ 0,5 <sup>cd</sup>   | 38,6 $\pm$ 0,5 <sup>ad</sup>  | 38,7 $\pm$ 0,6 <sup>ab</sup>  | 38,6 $\pm$ 0,3 <sup>ad</sup>   |
|    | SEGlic | 38,7 $\pm$ 0,4 <sup>cd</sup>   | 38,4 $\pm$ 0,2 <sup>ac</sup>   | 38,5 $\pm$ 0,3 <sup>c</sup>    | 38,8 $\pm$ 0,2 <sup>bd</sup>  | 38,9 $\pm$ 0,3 <sup>bd</sup>  | 38,9 $\pm$ 0,4 <sup>ab</sup>   |
|    | SEProp | 38,7 $\pm$ 0,3 <sup>ab</sup>   | 38,5 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>    | 38,5 $\pm$ 0,2 <sup>ab</sup>   | 38,7 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>   | 38,6 $\pm$ 0,3 <sup>ab</sup>  | 38,8 $\pm$ 0,2 <sup>ab</sup>   |
| MR | SEPCa  | 3,8 $\pm$ 0,4                  | 3,8 $\pm$ 0,4                  | 4,0 $\pm$ 0,0                  | 4,0 $\pm$ 0,6                 | 4,0 $\pm$ 0,0                 | 3,7 $\pm$ 0,5                  |
|    | SEGlic | 4,0 $\pm$ 0,9                  | 4,2 $\pm$ 0,4                  | 4,0 $\pm$ 0,6                  | 4,0 $\pm$ 0,0                 | 3,8 $\pm$ 0,4                 | 4,0 $\pm$ 0,0                  |
|    | SEProp | 3,8 $\pm$ 0,4                  | 3,7 $\pm$ 0,5                  | 3,7 $\pm$ 0,8                  | 4,0 $\pm$ 0,6                 | 3,7 $\pm$ 0,5                 | 3,7 $\pm$ 0,5                  |
| CA | SEPCa  | 179,7 $\pm$ 24,4               | 175,2 $\pm$ 15,9               | 182,7 $\pm$ 18,8               | 183,8 $\pm$ 20,2              | 183,2 $\pm$ 16,2              | 179,2 $\pm$ 17,1               |
|    | SEGlic | 178,7 $\pm$ 15,6               | 177,3 $\pm$ 14,5               | 176,5 $\pm$ 15,4               | 176,2 $\pm$ 16,6              | 177,3 $\pm$ 18,2              | 177,5 $\pm$ 15,7               |
|    | SEProp | 173,0 $\pm$ 16,5               | 179,3 $\pm$ 7,5                | 184,0 $\pm$ 11,8               | 182,7 $\pm$ 11,8              | 178,8 $\pm$ 11,8              | 178,8 $\pm$ 13,2               |
| UF | SEPCa  | 85,2 $\pm$ 2,2                 | 86,6 $\pm$ 1,1                 | 85,5 $\pm$ 1,0                 | 86,33 $\pm$ 2,4               | 86,5 $\pm$ 2,4                | -                              |
|    | SEGlic | 86,9 $\pm$ 2,8                 | 86,6 $\pm$ 2,3                 | 85,9 $\pm$ 2,3                 | 86,3 $\pm$ 2,4                | 86,5 $\pm$ 2,4                | -                              |
|    | SEProp | 87,7 $\pm$ 3,0                 | 86,6 $\pm$ 3,7                 | 86,3 $\pm$ 1,3                 | 86,4 $\pm$ 3,5                | 86,5 $\pm$ 3,9                | -                              |

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si a  $\alpha=5\%$ .

corroboram a assertiva de que a hidratação enteral em fluxo contínuo, nas condições

propostas (tipos de soluções e técnica de hidratação utilizada), não se mostrou uma condição estressante para os animais, demonstrando que a sondagem nasogástrica e administração das soluções eletrolíticas utilizadas não causaram desconforto nos animais. Isso foi nitidamente observado no decorrer da fase de hidratação, em que as novilhas permaneceram predominantemente deitadas, tranquilas, ruminando em alguns momentos semelhante ao relatados por Ribeiro Filho et al. (2011) e Ribeiro Filho et al. (2013).

Vários fatores podem influenciar a temperatura corporal como o exercício, temperatura ambiente, digestão, ingestão de água, enfermidades e até mesmo o momento do dia em que é feita a mensuração (variação circadiana ou nictemeral), esta última pode induzir uma variação de até 1,5°C no decorrer de 24h (Feitosa, 2004). As variações da temperatura retal, durante a fase de hidratação, entre T0h e T3h do SEPCa, são desprovidas de qualquer relação com a técnica ou com o tempo experimental, pois provavelmente decorreram de variações circadianas e em todos os momentos estavam dentro de intervalo de referência para a espécie (Reece, 2015). Esta estabilidade da temperatura retal também foi observada nos trabalhos de Ribeiro Filho et al. (2015) e Ermita et al. (2016).

Os movimentos ruminais (Tabela 1) não sofreram efeito do tempo nem dos tratamentos, semelhante ao relatado por Atoji-Henrique et al. (2012). Os efeitos da hidratação enteral sobre a motilidade do trato gastrointestinal parecem estar associados a dose utilizada e a composição das soluções, como sugerido por Farias (2010) e Pessin (2012) que ao submeterem equinos hígidos à hidratação enteral observaram aumento na motilidade destes animais. Apesar de terem utilizado a mesma dose (15 ml/kg/h), as soluções empregadas por estas autoras continham quantidades de eletrólitos diferentes e fontes energéticas distintas às do presente estudo, o que nos permite sugerir que, além das diferenças fisiológicas entre as espécies, a composição das soluções seja um fator de maior importância para seus efeitos sobre a motilidade do sistema digestório.

A circunferência abdominal tem sido utilizada nos estudos de hidratação enteral com o objetivo de verificar a distensão do trato gastrointestinal, uma vez que as fontes energéticas podem servir de substrato para os processos de fermentação da microbiota ruminal, o que pode resultar em acúmulo de gás no interior da cavidade, gerando desconforto ou até problemas mais graves como o timpanismo gasoso. Essas condições não foram observadas no presente ensaio, uma vez que o perímetro abdominal não variou ( $P>0,05$ ) durante todo o período experimental em todos os tratamentos (Tabela 1), corroborando os achados de Ribeiro Filho et al. (2013). A escolha dos precursores

energéticos tem efeito direto neste achado, pois o propionato de cálcio, o glicerol e o propilenoglicol podem ser oxidados pela microbiota ruminal ou serem absorvidos na sua forma íntegra, sem, no entanto, induzirem importantes alterações na produção de gás dentro do rúmen (Ferraro et al., 2009).

**Tabela 2** – Média  $\pm$  desvio padrão do eritrograma de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas contendo diferentes fontes de energia.

|                             | Trat.  | Fase de Hidratação          |                              |                             |                             |                              |                               |
|-----------------------------|--------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|                             |        | T0h                         | T3h                          | T6h                         | T9h                         | T12h                         | T24h                          |
| He<br>10 <sup>6</sup> /μL   | SEPCa  | 5,6 $\pm$ 2,3 <sup>a</sup>  | 5,3 $\pm$ 2,3 <sup>ab</sup>  | 5,1 $\pm$ 2,1 <sup>bc</sup> | 4,9 $\pm$ 2,1 <sup>c</sup>  | 5,3 $\pm$ 2,2 <sup>abc</sup> | 5,1 $\pm$ 1,9 <sup>abc</sup>  |
|                             | SEGlic | 4,8 $\pm$ 1,6 <sup>b</sup>  | 4,4 $\pm$ 1,3 <sup>c</sup>   | 4,5 $\pm$ 1,5 <sup>c</sup>  | 4,4 $\pm$ 1,4 <sup>bc</sup> | 4,5 $\pm$ 1,7 <sup>bc</sup>  | 5,2 $\pm$ 1,7 <sup>a</sup>    |
|                             | SEProp | 4,4 $\pm$ 1,3 <sup>a</sup>  | 4,1 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>   | 4,0 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>  | 3,9 $\pm$ 1,3 <sup>b</sup>  | 4,0 $\pm$ 1,3 <sup>b</sup>   | 4,7 $\pm$ 1,3 <sup>a</sup>    |
| Hg<br>g/dL                  | SEPCa  | 9,2 $\pm$ 1,0 <sup>a</sup>  | 8,5 $\pm$ 0,9 <sup>abc</sup> | 8,2 $\pm$ 0,5 <sup>b</sup>  | 8,0 $\pm$ 0,4 <sup>c</sup>  | 8,4 $\pm$ 0,7 <sup>abc</sup> | 9,2 $\pm$ 1,3 <sup>abc</sup>  |
|                             | SEGlic | 9,1 $\pm$ 1,2 <sup>b</sup>  | 8,6 $\pm$ 1,5 <sup>c</sup>   | 8,5 $\pm$ 1,3 <sup>c</sup>  | 8,3 $\pm$ 1,0 <sup>c</sup>  | 8,5 $\pm$ 1,2 <sup>bc</sup>  | 10,0 $\pm$ 1,5 <sup>a</sup>   |
|                             | SEProp | 9,3 $\pm$ 2,0 <sup>b</sup>  | 8,5 $\pm$ 1,7 <sup>c</sup>   | 8,6 $\pm$ 2,1 <sup>c</sup>  | 8,3 $\pm$ 2,1 <sup>c</sup>  | 8,4 $\pm$ 1,8 <sup>c</sup>   | 10,5 $\pm$ 2,2 <sup>abc</sup> |
| VG %                        | SEPCa  | 32,3 $\pm$ 5,2 <sup>a</sup> | 27,3 $\pm$ 4,5 <sup>b</sup>  | 26,2 $\pm$ 5,2 <sup>b</sup> | 25,5 $\pm$ 3,4 <sup>b</sup> | 26,3 $\pm$ 2,6 <sup>b</sup>  | 26,2 $\pm$ 3,0 <sup>ab</sup>  |
|                             | SEGlic | 29,2 $\pm$ 4,3 <sup>a</sup> | 26,5 $\pm$ 5,2 <sup>b</sup>  | 26,0 $\pm$ 4,7 <sup>b</sup> | 25,2 $\pm$ 2,9 <sup>b</sup> | 26,2 $\pm$ 3,8 <sup>b</sup>  | 27,3 $\pm$ 2,5 <sup>ab</sup>  |
|                             | SEProp | 29,0 $\pm$ 3,5 <sup>a</sup> | 26,2 $\pm$ 1,9 <sup>bc</sup> | 25,3 $\pm$ 3,1 <sup>c</sup> | 24,7 $\pm$ 3,4 <sup>c</sup> | 25,3 $\pm$ 3,3 <sup>c</sup>  | 30,3 $\pm$ 4,1 <sup>ab</sup>  |
| VCM<br>fL                   | SEPCa  | 43,4 $\pm$ 5,4              | 43,7 $\pm$ 5,3               | 43,4 $\pm$ 5,6              | 43,2 $\pm$ 5,3              | 43,2 $\pm$ 5,4               | 46,0 $\pm$ 5,4                |
|                             | SEGlic | 44,8 $\pm$ 7,1              | 44,7 $\pm$ 7,2               | 44,6 $\pm$ 6,7              | 44,6 $\pm$ 6,7              | 44,5 $\pm$ 7,1               | 45,4 $\pm$ 7,1                |
|                             | SEProp | 43,0 $\pm$ 2,1              | 42,6 $\pm$ 2,4               | 42,9 $\pm$ 2,1              | 43,0 $\pm$ 2,2              | 42,6 $\pm$ 2,0               | 43,3 $\pm$ 1,8                |
| HCM<br>pg                   | SEPCa  | 19,9 $\pm$ 11,1             | 19,7 $\pm$ 11,0              | 19,3 $\pm$ 10,4             | 19,7 $\pm$ 10,7             | 19,1 $\pm$ 10,0              | 20,6 $\pm$ 9,2                |
|                             | SEGlic | 20,7 $\pm$ 7,3              | 21,1 $\pm$ 7,2               | 21,0 $\pm$ 7,7              | 20,8 $\pm$ 7,4              | 20,8 $\pm$ 7,3               | 20,7 $\pm$ 7,0                |
|                             | SEProp | 23,0 $\pm$ 9,9              | 23,1 $\pm$ 9,9               | 23,4 $\pm$ 10,0             | 23,6 $\pm$ 10,3             | 23,2 $\pm$ 10,4              | 24,2 $\pm$ 9,5                |
| CHCM<br>%                   | SEPCa  | 46,2 $\pm$ 26,2             | 45,7 $\pm$ 26,2              | 44,7 $\pm$ 24,6             | 42,6 $\pm$ 18,5             | 44,6 $\pm$ 24,0              | 45,8 $\pm$ 23,2               |
|                             | SEGlic | 47,0 $\pm$ 17,0             | 48,0 $\pm$ 17,0              | 47,9 $\pm$ 18,3             | 47,5 $\pm$ 17,8             | 47,5 $\pm$ 17,3              | 48,6 $\pm$ 18,1               |
|                             | SEProp | 53,4 $\pm$ 23,0             | 54,2 $\pm$ 23,4              | 54,6 $\pm$ 23,7             | 55,1 $\pm$ 24,6             | 54,5 $\pm$ 25,2              | 56,0 $\pm$ 22,3               |
| RDW<br>%                    | SEPCa  | 18,3 $\pm$ 1,9              | 18,4 $\pm$ 2,0               | 18,8 $\pm$ 1,7              | 18,6 $\pm$ 2,3              | 18,3 $\pm$ 2,5               | 18,2 $\pm$ 2,4                |
|                             | SEGlic | 17,3 $\pm$ 3,2              | 16,9 $\pm$ 2,5               | 17,0 $\pm$ 2,5              | 17,2 $\pm$ 2,7              | 17,1 $\pm$ 2,7               | 17,0 $\pm$ 2,6                |
|                             | SEProp | 18,0 $\pm$ 3,6              | 18,2 $\pm$ 3,8               | 17,8 $\pm$ 4,0              | 17,9 $\pm$ 4,1              | 17,9 $\pm$ 3,9               | 16,2 $\pm$ 2,0                |
| Plaq<br>10 <sup>3</sup> /μL | SEPCa  | 336,5 $\pm$ 213,5           | 352,0 $\pm$ 227,1            | 425,4 $\pm$ 219,4           | 302,3 $\pm$ 197,6           | 490,8 $\pm$ 340,7            | 396,5 $\pm$ 292,5             |
|                             | SEGlic | 429,2 $\pm$ 341,1           | 440,3 $\pm$ 341,5            | 318,2 $\pm$ 303,5           | 329,4 $\pm$ 262,1           | 309,0 $\pm$ 250,8            | 333,2 $\pm$ 259,2             |
|                             | SEProp | 363,5 $\pm$ 246,8           | 358,8 $\pm$ 190,9            | 386,0 $\pm$ 173,3           | 428,2 $\pm$ 177,9           | 368,0 $\pm$ 195,5            | 392,5 $\pm$ 146,6             |

He – número de hemácias; Hg – concentração de hemoglobina; VG – Volume Globubar; VCM – Volume corpuscular médio; HCM – Hemoglobina corpuscular média; CHCM – Concentração de hemoglobina corpuscular média; RDW – Rad cell distribution width; Plaq – número de plaquetas. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si (P< 0,05).

A umidade das fezes não variou (P>0,05) entre os tempos tampouco entre os tratamentos. Esse resultado confirma que as soluções eletrolíticas propostas foram prontamente absorvidas pelo trato gastrointestinal, havendo mínimas perdas pelas fezes. Uma característica fundamental para a eficácia de uma solução eletrolítica é a sua

osmolaridade, onde soluções hipo ou isotônicas são absorvidas em maior quantidade e mais rapidamente, como sugerido por Avanza et al. (2009).

**Tabela 3** – Média  $\pm$  desvio padrão do leucograma de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas contendo diferentes fontes de energia.

|                                                 |        | Fase de hidratação |                 |                 |                 |                 |                 |
|-------------------------------------------------|--------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                                 | Trat.  | T0h                | T3h             | T6h             | T9h             | T12h            | T24h            |
| Leucócitos<br>10 <sup>3</sup><br>cels./ $\mu$ L | SEPCa  | 9,9 $\pm$ 4,1      | 11,0 $\pm$ 4,6  | 12,4 $\pm$ 4,4  | 12,6 $\pm$ 5,4  | 9,1 $\pm$ 3,1   | 10,0 $\pm$ 3,6  |
|                                                 | SEGlic | 10,3 $\pm$ 4,8     | 10,8 $\pm$ 5,6  | 11,8 $\pm$ 6,0  | 12,8 $\pm$ 4,8  | 10,4 $\pm$ 2,1  | 10,0 $\pm$ 3,4  |
|                                                 | SEProp | 9,9 $\pm$ 0,3      | 10,5 $\pm$ 1,8  | 11,4 $\pm$ 2,1  | 11,5 $\pm$ 10,3 | 10,9 $\pm$ 2,7  | 9,8 $\pm$ 1,9   |
| Linfócitos<br>cels./ $\mu$ L                    | SEPCa  | 6515 $\pm$ 3201    | 7189 $\pm$ 4254 | 8714 $\pm$ 4100 | 8851 $\pm$ 5335 | 6061 $\pm$ 2726 | 6324 $\pm$ 2382 |
|                                                 | SEGlic | 6963 $\pm$ 2900    | 6614 $\pm$ 3070 | 8508 $\pm$ 5206 | 8305 $\pm$ 2853 | 7099 $\pm$ 1841 | 6538 $\pm$ 49   |
|                                                 | SEProp | 7155 $\pm$ 439     | 6846 $\pm$ 1802 | 7509 $\pm$ 2195 | 7556 $\pm$ 1087 | 7138 $\pm$ 1853 | 6462 $\pm$ 1920 |
| Neutrófilos<br>cels./ $\mu$ L                   | SEPCa  | 3139 $\pm$ 1077    | 3470 $\pm$ 1239 | 3170 $\pm$ 1455 | 3350 $\pm$ 1887 | 2813 $\pm$ 788  | 3149 $\pm$ 1321 |
|                                                 | SEGlic | 2987 $\pm$ 1880    | 3837 $\pm$ 2473 | 3958 $\pm$ 2403 | 4015 $\pm$ 1600 | 2872 $\pm$ 434  | 3412 $\pm$ 2088 |
|                                                 | SEProp | 2311 $\pm$ 298     | 3340 $\pm$ 197  | 3542 $\pm$ 887  | 3454 $\pm$ 1057 | 3224 $\pm$ 1339 | 3055 $\pm$ 673  |
| Bastonetes<br>cels./ $\mu$ L                    | SEPCa  | 73 $\pm$ 64        | 64 $\pm$ 74     | 88 $\pm$ 91     | 89 $\pm$ 65     | 109 $\pm$ 84    | 41 $\pm$ 55     |
|                                                 | SEGlic | 105 $\pm$ 49       | 63 $\pm$ 51     | 73 $\pm$ 64     | 134 $\pm$ 126   | 118 $\pm$ 129   | 83 $\pm$ 143    |
|                                                 | SEProp | 125 $\pm$ 50       | 97 $\pm$ 60     | 63 $\pm$ 58     | 139 $\pm$ 96    | 168 $\pm$ 51    | 45 $\pm$ 62     |
| Monócitos<br>cels./ $\mu$ L                     | SEPCa  | 109 $\pm$ 125,9    | 122 $\pm$ 79    | 224 $\pm$ 163   | 89 $\pm$ 65     | 36 $\pm$ 43     | 174 $\pm$ 171   |
|                                                 | SEGlic | 75 $\pm$ 67        | 136 $\pm$ 156   | 215 $\pm$ 180   | 62 $\pm$ 86     | 162 $\pm$ 85    | 219 $\pm$ 206   |
|                                                 | SEProp | 76 $\pm$ 50        | 101 $\pm$ 108   | 152 $\pm$ 134   | 99 $\pm$ 169    | 158 $\pm$ 120   | 168 $\pm$ 128   |
| Eosinófilos<br>cels./ $\mu$ L                   | SEPCa  | 64 $\pm$ 102       | 155 $\pm$ 89    | 147 $\pm$ 138   | 192 $\pm$ 160   | 68 $\pm$ 88     | 261 $\pm$ 105   |
|                                                 | SEGlic | 334 $\pm$ 427      | 160 $\pm$ 211   | 307 $\pm$ 361   | 284 $\pm$ 319   | 180 $\pm$ 86    | 312 $\pm$ 273   |
|                                                 | SEProp | 272 $\pm$ 124      | 136 $\pm$ 126   | 85 $\pm$ 91     | 232 $\pm$ 179   | 222 $\pm$ 193   | 46 $\pm$ 63     |
| Basófilos<br>cels./ $\mu$ L                     | SEPCa  | 0,0 $\pm$ 0,0      | 0,0 $\pm$ 0,0   | 16 $\pm$ 32     | 0,0 $\pm$ 0,0   | 14 $\pm$ 28     | 0,0 $\pm$ 0,0   |
|                                                 | SEGlic | 0,0 $\pm$ 0,0      | 0,0 $\pm$ 0,0   | 0,0 $\pm$ 0,0   | 0,0 $\pm$ 0,0   | 0,0 $\pm$ 0,0   | 0,0 $\pm$ 0,0   |
|                                                 | SEProp | 0,0 $\pm$ 0,0      | 0,0 $\pm$ 0,0   | 0,0 $\pm$ 0,0   | 0,0 $\pm$ 0,0   | 0,0 $\pm$ 0,0   | 15 $\pm$ 33     |

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si a  $\alpha=5\%$ .

Soluções hipertônicas enterais (osmolaridade > 320 mOsm/L) podem ter seus efeitos volêmicos reduzidos, pois permanecem mais tempo no lúmen intestinal, além de aumentarem o risco de diarreia osmótica, o que não foi observado neste trabalho, mesmo na SEProp cuja osmolaridade de 378 mOsm/L, foi bem tolerada pelos animais.

O número de hemácias e a concentração de hemoglobina, (Tabela 2) diminuíram significativamente após seis horas de hidratação (T6h) em todos os tratamentos, e se mantiveram baixas até as 12 horas do início da hidratação (T12h) nos tratamentos SEGlic

e SEProp, retornando aos valores basais em 24 horas (T24h). Estes resultados corroboram a afirmação de que as soluções foram bem absorvidas no trato gastrointestinal e que a osmolaridade da SEProp não foi um fator limitante de sua eficácia. A ideia da capacidade expansora das soluções, ou seja, a hemodiluição promovida encontra reforço pela diminuição ( $P < 0,05$ ) no volume globular observada a partir de três horas pós-hidratação (T3h) em todos os tratamentos. Ao serem absorvidas no rúmen e nos intestinos as soluções provocam uma diluição das substâncias, como as proteínas, e dos elementos figurados do sangue, justificando os resultados deste estudo, conforme já observado por Ribeiro Filho et al. (2011) e Ribeiro Filho et al. (2013), demonstrando que a hidratação enteral em fluxo contínuo é uma alternativa eficaz à hidratação intravenosa para bovinos adultos. Os demais parâmetros do eritrograma permaneceram inalterados e dentro dos valores de referência para a espécie.

Como observado, não houve qualquer alteração decorrente do tempo experimental ou dos tratamentos no leucograma (Tabela 3). Isso deixa claro que a sondagem do animal, a permanência da sonda por 12 horas e todo o manejo adotado durante o experimento não compuseram um fator excitatório ou estressante significativo, o que poderia resultar em uma policitemia relativa decorrente, principalmente, da liberação de adrenalina (Thrall et al., 2012). Com isso, demonstrou-se que a hidratação enteral é segura clinicamente, quando aplicada criteriosamente e respeitando as características fisiológicas da espécie animal em questão.

### **3.6. Conclusão**

As três soluções eletrolíticas administradas por via nasorruminal em fluxo contínuo não causaram variações importantes nos biomarcadores fisiológicos e foram capazes de expandir a volemia, com mínimos efeitos estressantes aos animais, sendo indicadas como uma opção à hidratação parenteral na terapia de manutenção de fluidos.

### **3.7. Agradecimentos**

Ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa pelo apoio financeiro. À Biobrotas Olequímica Ltda. pela concessão do glicerol utilizado.

### **3.8. Fontes de Aquisição**

<sup>a</sup> Sulfal Química Ltda., Belo Horizonte, MG, Brasil;

<sup>b</sup> Adicel Ltda., Belo Horizonte, MG, Brasil;

<sup>c</sup> Biobrotas Olequímica, Brotas, SP, Brasil;

<sup>d</sup> Enterequi System, Viçosa, MG, Brasil;

<sup>e</sup> Vacuteiner BD, Juiz de Fora, MG, Brasil;

<sup>f</sup> HumanCount Plus, Belo Horizonte, MG, Brasil

### 3.9. Comitê de Ética e Biossegurança

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Viçosa (CEUA/UFV) sob o número de processo 44/2017.

### Referências

ATOJI-HENRIQUE, K.; 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.; RIBEIRO FILHO, J.D.; LOPES, M.A. IGNÁCIO, F.S.; CARVALHO, T.A.; GUIMARÃES, J.D. Hidratação enteral em equinos – solução eletrolítica associada ou não à glicose, à maltodextrina e ao sulfato de magnésio: resultados de laboratório. **Ciência Rural**, v.39, n.4, p.1126-1133, 2009.

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

DINIZ, T.A.; CARVALHO, C.D.C.S.; FERREIRA, H.C.; CASTRO, A.L.O.; PEREIRA, K.C.B.; GONÇALVES, M.C.M.; SOARES, T.E.; MENEZES, J.C. F1 Holstein x Zebu Cows in late pregnancy show physiological adaptation when raised in semiarid environment. **Journal of Agroveterinary Sciences**, v.16, n.1, p.70-75, 2017.

ERMITA, P.A.N.; VIANA, R.B.; RIBEIRO FILHO, J.D.; GUIMARÃES, J.D.; DIAS, D.C.R.; MONTEIRO, B.M.; MONTEIRO, L.C.; MOREIRA, A.R.P.; MENDONÇA, A.A.N.; FERREIRA, A.C.O.; BREMGARTNER, L.S.; RIBEIRO, B.M.; COSTA, C.M. Effects of Enteral Fluid Therapy in Continuous Flow Administered by Nasogastric Tube in Buffalo Calves. **Journal of Buffalo Science**, v.5, n.3, p.60-69, 2016.

FARIAS, S.K. **Efeitos de soluções eletrolíticas associadas ou não à dextrose, maltodextrina e propionato de cálcio administradas por via enteral, sobre parâmetros clínicos laboratoriais de equinos**. 2010. 88f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa.

FEITOSA, F.L.F. **Semiologia veterinária**. A arte do diagnóstico. São Paulo: Roca, 2004. 792p.

PESSIN, A.S. **Efeitos de soluções eletrolíticas hipotônicas associadas à sacarose, dextrose e maltodextrina por via enteral em equinos**. 2012. 94f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa.

REECE, W.O. Body temperature and its regulation. In: REECE, W.O.; ERICKSON, H. H.; GOFF, J.P.; UEMURA, E.E. **Dukes' physiology os domestic animals**. Wiley-Blackwell, 2015. Cap.14, p. 149-154.

RIBEIRO FILHO, J.D.; DE FARIAS, S. K.; DA FONSECA, L.A.; AVANZA, M.F.B.; DANTAS, W.D.M.F.; DIAS, D.C.R.; MONTEIRO, L.C.; RIBEIRO, B.M.; DANTAS, F.T.D.R. Enteral Electrolyte Solutions With Different Osmolarities: Clinical and Laboratory Assessment in Equines. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.35, n.8, p.673-678, 2015.

RIBEIRO FILHO, J.D.; BAPTISTA FILHO, L.C.F; SILVEIRA, C.O.; MENESES, R.M. Hidratação enteral em bovinos via sonda nasogástrica por fluxo contínuo. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, Supl, p.24-28, 2009.

RIBEIRO FILHO, J.D.; DANTAS, W.D.M.F.; LIMA, A.D.P.; VIANA, R.B.; SILVA, M.O.D.; ERMITA, P.A.N.; SILVA, G.M.M.; RIBEIRO, B.M.; COSTA, C.M.; MONTEIRO, L.C. Enteral electrolyte solutions with different osmolarities administered in a continuous flow in newborn calves. **Ciência Rural**, v.47, n.5, p. 01-06, 2017.

RIBEIRO FILHO, J.D. Soluções eletrolíticas com baixa osmolaridade são eficazes na hidratação enteral. **Veterinária e Zootecnia**, v.18, supl, p.47-50, 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). **Revista Ceres**, v.59, n.1, 2012.

RIBEIRO FILHO, J.D.; AVANZA, M.F.B.; BAPTISTA FILHO, L.C.F.; DANTAS, W.D.M.F.; LIMA, A.P.; GOMES, C.L.N. Avaliação de soluções eletrolíticas isotônicas administradas por sonda nasogástrica em bovinos adultos hígidos ou desidratados experimentalmente. **Veterinária e Zootecnia**, v.20, n.3, p.09-16, 2013.

RIBEIRO FILHO, J.D.; GIMENES, A.M.; FONSECA, E.F.; FERREIRA DANTAS, W.M.; OLIVEIRA, T.T. 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.; PESSIN, A.E.; ATOJI-HENRIQUE, K.; SOUZA, M.V.; GOMES, C.L.N.; SILVA, A.R. Enteral Fluid Therapy: Biochemical Profile of Horses



Treated with Hypotonic Enteral Electrolyte Solutions Associated with Energy Sources. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.34, n.6, p.759-764, 2014.

ROUSSEL, A.J. Fluid Therapy in Mature Cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.30, p.429-439, 2014.

STOCKHAM, S.L.; SCOTT, M.A. **Fundamentos de patologia clínica veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2 ed., 2011. p. 744.

THRALL, M.A.; WEISER, G.; ALLISOON, R.W.; CAMPBELL, T.W. **Veterinary hematology and clinical chemistry**. Wiley-Blackwell, 2012. 762p.

## 4. CAPÍTULO II

### **Alterações hidroeletrolíticas e da glicemia em bovinos: efeitos de soluções poliônicas de manutenção administradas em fluxo contínuo via nasorruminal**

#### 4.1. RESUMO

ERMITA, Pedro Ancelmo Nunes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Hidratação com soluções eletrolíticas enterais de manutenção contendo diferentes fontes de energia administradas em fluxo contínuo via nasorruminal em bovinos.** Orientador: José Dantas Ribeiro Filho. Coorientador: Rinaldo Batista Viana.

O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos de três soluções eletrolíticas enterais sobre o equilíbrio hidroeletrolítico de novilhas saudáveis. Foi utilizado o delineamento *crossover* 6x3 (seis animais x três tratamentos). Os animais foram hidratados via nasogástrica em fluxo contínuo durante 12h, a uma taxa de infusão de 15mL/kg/h. Foram propostos três tratamentos: Solução contendo propionato de cálcio (299 mOsm/L), contendo glicerol (287 mOsm/L) e contendo propilenoglicol (378 mOsm/L). Foram realizadas coletas de sangue e urina a cada três horas de hidratação e mais uma coleta de sangue após 12h do fim da hidratação. Foram realizadas as seguintes análises: sódio, potássio, cloreto, cálcio, magnésio, fósforo, uréia, creatinina, proteínas plasmáticas, glicose, lactato osmolaridade sérica, pH urinário, densidade urinária e volume urinário. Foi observado diminuição das proteínas plasmáticas, da concentração urinária de potássio e magnésio e da densidade urinária, houve aumento na glicemia, nas concentrações urinárias de sódio e cloreto e do volume urinário. As três soluções eletrolíticas enterais administradas em fluxo contínuo foram eficazes em expandir a volemia sem causar desequilíbrios hidroeletrolíticos. As soluções com propionato de cálcio e propilenoglicol tem melhor efeito sobre a glicemia.

**Palavras-chave:** sonda nasorruminal, hidratação, bioquímica clínica, fonte de energia

## **Hydroelectrolytic and glycemia changes in bovine: effects of maintenance polionic solutions administered in continuous flow by nasorruminal route**

### **4.2. ABSTRACT**

ERMITA, Pedro Ancelmo Nunes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2018. **Fluid therapy with maintenance electrolyte solutions containing different glicaemic precursors administered in continuous flow by nasorruminal route in bovines.** Advisor: José Dantas Ribeiro Filho. Co-Advisor: Rinaldo Batista Viana.

The objective of this study was to evaluate the efficacy of three enteral electrolyte solutions on the hydroelectrolytic balance of healthy cattle. The crossover design was 6x3 (six animals x three treatments). The animals were hydrated via nasoruminal in continuous flow for 12h, in a dose rate of 15mL / kg / h. Three treatments were proposed: Solution containing calcium propionate (299 mOsm / L), containing glycerol (287 mOsm / L), and containing propylene glycol (378 mOsm / L). Blood and urine samples were performed every three hours of fluid therapy and another blood sample 12 hours after the end of fluid therapy. The following analyzes were performed: sodium, potassium, chloride, calcium, magnesium, phosphorus, urea, creatinine, plasma proteins, glucose, lactate, serum osmolarity, urinary density, and urinary volume. There was a decrease in plasma proteins, potassium and magnesium urinary concentration and urinary density. Increased glycemia, urinary sodium and chloride concentrations and urinary volume were registered. The three enteral electrolyte solutions administered in continuous flow were effective in expanding blood volume without causing hydroelectrolytic imbalances. Solutions with calcium propionate and propylene glycol had a better effect on glycaemia.

**Key words:** nasoruminal tube, fluid therapy, biochemistry clinical, energy sources

### 4.3. Introdução

A hidratação enteral tem sido classicamente empregada na correção dos desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base em ruminantes adultos, devido sua eficácia e praticidade. Essa modalidade terapêutica permite a administração de grandes quantidades fluidos diretamente no rúmen, que serão absorvidos por meio de um gradiente osmótico estabelecido entre o conteúdo ruminal e o plasma sanguíneo (Carter e Grovum, 1990).

Quando feita em fluxo contínuo, com uso de sonda de pequeno calibre, a hidratação enteral permite que a solução eletrólítica seja administrada lentamente diminuindo o desconforto causado pela distensão abdominal e pelas sucessivas sondagens, necessárias na via ororuminal, sem comprometer sua eficácia terapêutica (Ribeiro Filho et al., 2013).

Soluções eletrólíticas de manutenção devem ser capazes de repor água e eletrólitos sem causar novos desequilíbrios, mesmo quando utilizadas por longos períodos (Ribeiro Filho et al., 2014a). Desta forma, a composição da solução terá importância central no sucesso da terapia, entretanto, a formulação ideal para bovinos adultos, permanece desconhecida. Sabe-se que esta solução deverá conter sódio, potássio, cloreto, cálcio, magnésio, fósforo e uma fonte de energia (Constable, 2003).

Uma das consequências comuns em ruminantes enfermos, é a diminuição ou ausência, do apetite com consequente redução do aporte energético, podendo causar quadros de hipoglicemia ou balanço energético negativo. Com isso, a inclusão de uma fonte energética à solução eletrólítica é indispensável quando a inapetência está presente (Constable et al., 2001).

Em bovinos adultos, em função da atividade ruminal, é mais aconselhado que sejam utilizados precursores gliconeogênicos como o propionato, glicerol e o propilenoglicol. Pois como citou Melendez et al. (2018) estes compostos podem ser absorvidos pelo epitélio do rúmen ou sofrerem fermentação ruminal e serem convertidos em propionato (glicerol e propilenoglicol) e seus metabólitos serem utilizados na produção hepática de glicose (gliconeogênese).

Desta forma, o presente estudo objetivou avaliar os efeitos de três soluções eletrólíticas enterais contendo propionato de cálcio, glicerol e propilenoglicol administradas via nasorruminal em fluxo contínuo, sobre o equilíbrio hidroeletrólítico de bovinos saudáveis.

#### **4.4. Material e Métodos**

##### *4.4.1. Animais experimentais*

Foram utilizadas seis novilhas da raça holandesa saudáveis, com idade entre 18 e 24 meses e peso médio de 300kg, provenientes da Unidade Experimental de Pesquisa e Extensão em Gado de Leite da Universidade Federal de Viçosa.

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Viçosa, número 44/2017, em que foram atendidas plenamente todas as exigências da Lei Federal 11.794/08 (Lei Arouca), sendo respeitados os Princípios Éticos da Experimentação Animal do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal - COBEA, e do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA.

Para que os animais se adaptassem ao ambiente, estes foram alocados, dez dias antes do experimento, em baias individuais em sistema *Tie Stall*, onde receberam silagem de milho, ração balanceada e água *ad libitum*, conforme manejo adotado na unidade.

##### *4.4.2. Tratamentos*

Foram utilizadas três soluções eletrolíticas, com a seguinte composição: Solução eletrolítica contendo propionato de cálcio (SEPCa) – 4g de cloreto de sódio (Sulfal Química, Brasil), 0,5g de cloreto de potássio (Sulfal Química, Brasil), 0,3g de cloreto de magnésio (Sulfal Química, Brasil) e 10g de propionato de cálcio (Adicel, Brasil) para 1000mL de solução (osmolaridade mensurada: 299 mOsm/L); solução eletrolítica contendo glicerol (SEGlic) - 4g de cloreto de sódio (Sulfal Química, Brasil), 0,5g de cloreto de potássio (Sulfal Química, Brasil), 0,3g de cloreto de magnésio (Sulfal Química, Brasil), 1g de acetato de cálcio (Sulfal Química, Brasil) e 10 mL de glicerol (BioBrotas Olequímica, Brasil) para 1000mL de solução (osmolaridade mensurada: 287 mOsm/L); solução eletrolítica contendo propilenoglicol (SEProp) - 4g de cloreto de sódio (Sulfal Química, Brasil), 0,5g de cloreto de potássio (Sulfal Química, Brasil), 0,3g de cloreto de magnésio (Sulfal Química, Brasil), 1g de acetato de cálcio (Sulfal Química, Brasil) e 15 mL de propilenoglicol (Sulfal Química, Brasil) para 1000mL de solução (osmolaridade mensurada: 378 mOsm/L).

##### *4.4.3. Delineamento experimental*

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em um delineamento crossover 6x3 (seis animais x três tratamentos). Com isso todos os animais foram submetidos a todos os tratamentos e todos os tratamentos aplicados sob as mesmas condições, com intervalo de sete dias para que não houvesse sobreposição de efeitos.

Para fornecimento das soluções eletrolíticas utilizou-se sonda nasorruminal com 1cm de diâmetro e 1,8m de comprimento. Para sondagem, os animais foram contidos em troncos tipo brete, a sonda introduzida em uma das narinas e fixada em cabresto. Os animais foram mantidos nas baias durante todo o período experimental. As soluções foram administradas na dose de 15 mL/kg/h por 12h.

#### 4.4.4. *Colheitas das amostras biológicas e determinações bioquímicas realizadas*

Amostras de sangue foram colhidas por venopunção jugular em tubos (Labor Import, República Popular da China) contendo anticoagulante fluoreto de sódio/EDTA, para obtenção de plasma, e sem anticoagulante para obtenção de soro, por meio de sistema de colheita a vácuo (BD Vacuteiner, Brasil). Já as amostras de urina foram obtidas diretamente da bexiga urinária, paralelamente a colheita de sangue, através da sonda de Foley.

Os tempos experimentais foram: T0h – imediatamente antes da hidratação; T3h – três horas de hidratação; T6h – seis horas de hidratação; T9h – nove horas de hidratação; T12h – doze horas de hidratação; e T24h – doze horas após a hidratação. Apenas no último tempo experimental não foi obtida amostra de urina. Durante as 24h de experimento os animais permaneceram em jejum hídrico e alimentar.

As análises bioquímicas séricas e urinárias realizadas foram sódio e potássio, por fotometria de chama (Fotometro B462 Micronal, Brasil), as análises de cloreto, cálcio total, magnésio, fósforo, glicose, lactato, proteínas séricas totais, ureia e creatinina foram realizadas em aparelho automático HumaStar 300 (InVitro Diagnóstica, Brasil), por meio de kits comerciais (BioClin Quibasa, Brasil), conforme as recomendações do fabricante. A osmolaridade sérica foi determinada pela técnica de depressão do ponto de congelamento em osmômetro modelo 3320 (Advanced Instruments, USA). Nas amostras de urina ainda foram determinados densidade e volume urinário.

#### 4.4.5. *Análise estatística*

Os dados foram submetidos à análise descritiva para obtenção de média e desvio padrão. A normalidade da distribuição dos dados e a esfericidade das variâncias foram avaliadas por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Mauchly, respectivamente. Para avaliação dos efeitos do tempo, dos tratamentos e da interação tempo\*tratamento, foi utilizada a análise de variância (ANOVA), com base em um planejamento fatorial de medidas repetidas. Para a realização das comparações múltiplas foi empregado o teste de Tukey. Quando não foi possível utilizar a ANOVA, adotou-se o teste não-paramétrico de Friedman com *post hoc* de Wilcoxon associado à correção de Bonferroni. Todas as

análises foram realizadas no software estatístico SPSS versão 20 (IBM, EUA). A significância foi considerada quando  $P < 0,05$ .

#### 4.5. Resultados

Não houveram alterações ( $P > 0,05$ ) nas concentrações séricas de sódio, potássio, cloreto e cálcio total (Tabela 1). As concentrações de magnésio, fósforo e uréia (Tabela 2) também não sofreram alterações em função do tempo, tampouco dos tratamentos adotados. Houve redução significativa nos valores de creatinina durante a fase de hidratação no grupo SEPCa entre zero (T0h) e 12 horas de hidratação (T12h) e no grupo SEGlic entre três (T3h) e 12 horas de hidratação (T12h).

**Tabela 1** – Média  $\pm$  desvio padrão dos eletrólitos séricos sódio, potássio, cloreto e cálcio total de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas contendo diferentes fontes de energia.

| Variável           | Trat.  | Fase de Hidratação |                  |                  |                  |                  |                 |
|--------------------|--------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
|                    |        | T0h                | T3h              | T6h              | T9h              | T12h             | T24h            |
| Sódio<br>mMol/L    | SEPCa  | 133,7 $\pm$ 1,2    | 130,0 $\pm$ 5,0  | 137,3 $\pm$ 7,4  | 131,4 $\pm$ 11,0 | 131,5 $\pm$ 4,4  | 131,0 $\pm$ 8,8 |
|                    | SEGlic | 135,0 $\pm$ 10,7   | 140,8 $\pm$ 12,9 | 137,6 $\pm$ 5,7  | 128,7 $\pm$ 15,6 | 130,5 $\pm$ 3,4  | 136,0 $\pm$ 8,2 |
|                    | SEProp | 121,5 $\pm$ 3,0    | 132,8 $\pm$ 3,4  | 132,3 $\pm$ 11,2 | 135,0 $\pm$ 10,0 | 144,0 $\pm$ 10,6 | 138,0 $\pm$ 8,9 |
| Potássio<br>mMol/L | SEPCa  | 4,5 $\pm$ 1,2      | 4,4 $\pm$ 1,6    | 4,0 $\pm$ 0,4    | 3,7 $\pm$ 0,6    | 3,9 $\pm$ 0,7    | 4,1 $\pm$ 0,9   |
|                    | SEGlic | 4,7 $\pm$ 0,9      | 4,5 $\pm$ 1,1    | 4,1 $\pm$ 1,2    | 3,3 $\pm$ 0,8    | 3,6 $\pm$ 0,4    | 3,5 $\pm$ 0,6   |
|                    | SEProp | 4,4 $\pm$ 1,2      | 3,9 $\pm$ 0,4    | 3,9 $\pm$ 0,7    | 4,0 $\pm$ 0,5    | 4,4 $\pm$ 0,8    | 3,9 $\pm$ 0,6   |
| Cloreto<br>mMol/L  | SEPCa  | 95,0 $\pm$ 2,2     | 95,8 $\pm$ 1,0   | 94,9 $\pm$ 3,5   | 94,0 $\pm$ 4,8   | 96,7 $\pm$ 2,3   | 94,2 $\pm$ 3,9  |
|                    | SEGlic | 94,5 $\pm$ 3,8     | 96,7 $\pm$ 1,9   | 96,2 $\pm$ 0,7   | 96,9 $\pm$ 0,8   | 96,3 $\pm$ 2,3   | 98,4 $\pm$ 1,2  |
|                    | SEProp | 96,0 $\pm$ 5,1     | 95,0 $\pm$ 1,6   | 95,4 $\pm$ 3,9   | 96,9 $\pm$ 2,0   | 97,2 $\pm$ 2,2   | 94,7 $\pm$ 1,4  |
| tCálcio<br>mMol/L  | SEPCa  | 3,2 $\pm$ 0,5      | 3,3 $\pm$ 0,1    | 3,1 $\pm$ 0,4    | 3,0 $\pm$ 0,6    | 3,4 $\pm$ 0,4    | 3,2 $\pm$ 0,3   |
|                    | SEGlic | 3,2 $\pm$ 0,4      | 3,2 $\pm$ 0,3    | 3,3 $\pm$ 0,2    | 3,3 $\pm$ 0,3    | 2,8 $\pm$ 1,4    | 3,5 $\pm$ 0,2   |
|                    | SEProp | 3,5 $\pm$ 0,5      | 3,3 $\pm$ 0,2    | 3,3 $\pm$ 0,2    | 3,3 $\pm$ 0,1    | 3,3 $\pm$ 0,2    | 3,5 $\pm$ 0,2   |

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si a  $\alpha=5\%$ .

Foi constatada redução significativa nos valores das proteínas plasmáticas (Tabela 3) no grupo SEPCa entre T0h e T9h, entre T0h e T6h nos tratamentos SEGlic e SEProp, porém, ao final da fase de hidratação (T12h) todos os valores retornaram as condições basais (T0h). A osmolaridade sérica (Tabela 3) diminuiu ( $P < 0,05$ ) no SEPCa entre T0h e T3h retornando aos valores basais ainda em T6h. No grupo SEGlic não houve diferença estatística entre os tempos em relação ao T0h, porém, há um aumento da osmolaridade ( $P < 0,05$ ) entre T3h e T6h. Ao final da fase de hidratação (T12h), observou-se um aumento

significativo da osmolaridade sérica quando comparado aos valores basais (T0h) no SEProp. A glicemia aumentou ( $P<0,05$ ) no SEPCa entre T0h e T6h e se manteve elevada até T12h, entretanto, em T24h os valores foram menores que em T0h. Não houve alteração glicêmica no SEGlic (Tabela 3). No SEProp a glicose plasmática aumentou significativamente nas primeiras horas de hidratação (T3h) e se manteve elevada até T12h, retornando aos valores iniciais (T0h) após a fase de observação (T24h). Não houve efeito ( $P>0,05$ ) do tempo tampouco dos tratamentos ao longo do tempo sobre a concentração sérica de lactato.

**Tabela 2** – Média  $\pm$  desvio padrão magnésio, fósforo, ureia e creatinina de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas contendo diferentes fontes de energia.

| Variável             | Trat.  | Período de hidratação         |                              |                               |                               |                               |                               |
|----------------------|--------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                      |        | T0h                           | T3h                          | T6h                           | T9h                           | T12h                          | T24h                          |
| Magnésio<br>mMol/L   | SEPCa  | 2,1 $\pm$ 0,2                 | 2,3 $\pm$ 0,6                | 2,0 $\pm$ 0,3                 | 1,8 $\pm$ 0,4                 | 1,8 $\pm$ 0,2                 | 1,8 $\pm$ 0,3                 |
|                      | SEGlic | 2,3 $\pm$ 0,6                 | 2,2 $\pm$ 0,2                | 1,9 $\pm$ 0,2                 | 2,0 $\pm$ 0,2                 | 2,0 $\pm$ 0,2                 | 1,9 $\pm$ 0,2                 |
|                      | SEProp | 2,2 $\pm$ 0,3                 | 2,0 $\pm$ 0,1                | 2,1 $\pm$ 0,1                 | 2,0 $\pm$ 1,0                 | 2,1 $\pm$ 0,1                 | 2,1 $\pm$ 0,1                 |
| Fósforo<br>mMol/L    | SEPCa  | 5,9 $\pm$ 1,4 <sup>A</sup>    | 6,7 $\pm$ 1,2 <sup>A</sup>   | 5,7 $\pm$ 0,9 <sup>A</sup>    | 5,1 $\pm$ 1,1 <sup>B</sup>    | 4,9 $\pm$ 0,7 <sup>A</sup>    | 4,5 $\pm$ 1,0 <sup>B</sup>    |
|                      | SEGlic | 6,5 $\pm$ 1,6 <sup>A</sup>    | 6,4 $\pm$ 1,6 <sup>A</sup>   | 6,6 $\pm$ 1,3 <sup>A</sup>    | 5,9 $\pm$ 0,9 <sup>A</sup>    | 6,1 $\pm$ 0,9 <sup>A</sup>    | 5,5 $\pm$ 2,1 <sup>AB</sup>   |
|                      | SEProp | 6,4 $\pm$ 1,9 <sup>A</sup>    | 6,2 $\pm$ 1,8 <sup>A</sup>   | 6,4 $\pm$ 1,7 <sup>A</sup>    | 6,6 $\pm$ 1,0 <sup>A</sup>    | 7,2 $\pm$ 4,1 <sup>A</sup>    | 6,2 $\pm$ 1,9 <sup>A</sup>    |
| Ureia<br>mMol/L      | SEPCa  | 1,0 $\pm$ 0,7                 | 1,5 $\pm$ 0,3                | 1,2 $\pm$ 0,6                 | 1,4 $\pm$ 0,4                 | 1,3 $\pm$ 0,6                 | 1,8 $\pm$ 0,5                 |
|                      | SEGlic | 1,5 $\pm$ 0,8                 | 1,2 $\pm$ 0,5                | 1,4 $\pm$ 0,4                 | 1,1 $\pm$ 0,2                 | 1,0 $\pm$ 0,5                 | 1,2 $\pm$ 0,2                 |
|                      | SEProp | 1,3 $\pm$ 0,6                 | 1,5 $\pm$ 20,4               | 1,6 $\pm$ 0,5                 | 1,6 $\pm$ 0,5                 | 1,4 $\pm$ 0,4                 | 1,8 $\pm$ 0,5                 |
| Creatinina<br>mMol/L | SEPCa  | 0,05 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>  | 0,04 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup> | 0,04 $\pm$ 0,01 <sup>bc</sup> | 0,05 $\pm$ 0,01 <sup>ad</sup> | 0,04 $\pm$ 0,01 <sup>bd</sup> | 0,05 $\pm$ 0,01 <sup>ac</sup> |
|                      | SEGlic | 0,05 $\pm$ 0,02 <sup>ab</sup> | 0,05 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup> | 0,05 $\pm$ 0,01 <sup>ab</sup> | 0,05 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>  | 0,04 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>  | 0,05 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>  |
|                      | SEProp | 0,05 $\pm$ 0,02               | 0,05 $\pm$ 0,02              | 0,05 $\pm$ 0,01               | 0,05 $\pm$ 0,01               | 0,05 $\pm$ 0,02               | 0,05 $\pm$ 0,01               |

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si a  $\alpha=5\%$ .

A concentração urinária de sódio aumentou ( $P<0,05$ ) progressivamente, em todos os tratamentos em T9h quando comparadas aos valores de T0h (Tabela 4). Em contrapartida, as concentrações do potássio urinário diminuíram significativamente entre T0h e T9h no grupo SEGlic, mantendo-se baixa até T12h. No grupo SEProp houve diminuição ( $P<0,05$ ) na concentração do mesmo eletrólito entre T0h e T12h. Não houve efeito do tempo nem dos tratamentos sobre o potássio urinário (Tabela 4) no grupo SEPCa. Foi observado aumento na concentração urinária de cloreto entre T3h e T9h no SEPCa, no grupo SEProp entre T6h e T9h, todavia, em ambos os grupos os valores não



foram estatisticamente diferentes de T0h. Não houve variação ( $P>0,05$ ) na concentração deste eletrólito no SEGlic. Os resultados da concentração urinária de magnésio (Tabela 4) demonstram que nos grupos SEPCa e SEGlic houve diminuição entre T0h e T9h, essa redução foi observada no grupo SEProp entre T0h e T3h, mantendo-se baixa até T12h, neste grupo. Não foram observadas variações nas concentrações urinária de cálcio total, glicose e creatinina. A concentração de uréia (Tabela 4) revela diminuição entre T6h e T9h no grupo SEGlic e entre T3h e T12h no SEProp, porém, em nenhum momento houve diferença com T0h, em ambos os tratamentos.

**Tabela 3** – Média  $\pm$  desvio padrão da proteína plasmática total (PPT), osmolaridade sérica (Osm), glicose (Glic) e lactato (Lact) de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas contendo diferentes fontes de energia.

| Variável       | Trat.  | Período de Hidratação         |                              |                               |                                |                                |                               |
|----------------|--------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
|                |        | T0h                           | T3h                          | T6h                           | T9h                            | T12h                           | T24h                          |
| PPT<br>g/dL    | SEPCa  | 7,2 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>    | 7,4 $\pm$ 0,9 <sup>ab</sup>  | 7,1 $\pm$ 0,7 <sup>ab</sup>   | 6,9 $\pm$ 0,5 <sup>b</sup>     | 7,4 $\pm$ 0,6 <sup>ab</sup>    | 7,5 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>    |
|                | SEGlic | 7,3 $\pm$ 0,7 <sup>ac</sup>   | 6,9 $\pm$ 0,6 <sup>abc</sup> | 6,8 $\pm$ 0,7 <sup>b</sup>    | 7,0 $\pm$ 0,9 <sup>ab</sup>    | 7,5 $\pm$ 0,9 <sup>abc</sup>   | 7,4 $\pm$ 0,9 <sup>c</sup>    |
|                | SEProp | 7,5 $\pm$ 0,8 <sup>a</sup>    | 7,6 $\pm$ 0,8 <sup>a</sup>   | 7,0 $\pm$ 0,7 <sup>b</sup>    | 7,0 $\pm$ 0,6 <sup>ab</sup>    | 7,1 $\pm$ 0,7 <sup>ab</sup>    | 7,2 $\pm$ 0,7 <sup>ab</sup>   |
| Osm<br>mOsm/L  | SEPCa  | 284,3 $\pm$ 9,1 <sup>a</sup>  | 280,3 $\pm$ 3,3 <sup>b</sup> | 288,5 $\pm$ 4,8 <sup>ab</sup> | 288,2 $\pm$ 10,7 <sup>ab</sup> | 293,3 $\pm$ 5,7 <sup>a</sup>   | 290,8 $\pm$ 7,2 <sup>a</sup>  |
|                | SEGlic | 282,3 $\pm$ 7,8 <sup>ab</sup> | 279,8 $\pm$ 4,2 <sup>b</sup> | 284,3 $\pm$ 3,9 <sup>a</sup>  | 284,3 $\pm$ 4,6 <sup>ab</sup>  | 293,5 $\pm$ 13,2 <sup>ab</sup> | 286,5 $\pm$ 3,3 <sup>a</sup>  |
|                | SEProp | 284,0 $\pm$ 5,4 <sup>b</sup>  | 283,2 $\pm$ 4,4 <sup>b</sup> | 288,0 $\pm$ 5,7 <sup>b</sup>  | 293,2 $\pm$ 5,9 <sup>ab</sup>  | 298,7 $\pm$ 11,0 <sup>a</sup>  | 284,4 $\pm$ 4,5 <sup>ab</sup> |
| Glic<br>mMol/L | SEPCa  | 4,6 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>    | 4,7 $\pm$ 0,2 <sup>ab</sup>  | 4,9 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>    | 5,0 $\pm$ 0,4 <sup>ab</sup>    | 4,8 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>     | 4,1 $\pm$ 0,2 <sup>c</sup>    |
|                | SEGlic | 4,6 $\pm$ 0,3                 | 4,7 $\pm$ 0,4                | 4,7 $\pm$ 0,5                 | 4,7 $\pm$ 0,6                  | 4,7 $\pm$ 0,3                  | 4,6 $\pm$ 0,3                 |
|                | SEProp | 4,6 $\pm$ 0,3 <sup>c</sup>    | 4,9 $\pm$ 0,3 <sup>ab</sup>  | 5,0 $\pm$ 0,3 <sup>ab</sup>   | 5,0 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>     | 4,98 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>    | 4,7 $\pm$ 0,4 <sup>abc</sup>  |
| Lact<br>mMol/L | SEPCa  | 1,0 $\pm$ 0,7                 | 0,4 $\pm$ 0,1                | 0,4 $\pm$ 0,1                 | 0,5 $\pm$ 0,1                  | 0,4 $\pm$ 0,2                  | 0,8 $\pm$ 0,3                 |
|                | SEGlic | 0,6 $\pm$ 0,1                 | 0,5 $\pm$ 0,1                | 0,4 $\pm$ 0,1                 | 0,4 $\pm$ 0,1                  | 0,4 $\pm$ 0,1                  | 0,7 $\pm$ 0,3                 |
|                | SEProp | 0,7 $\pm$ 0,5                 | 8,0 $\pm$ 0,8                | 0,6 $\pm$ 0,1                 | 0,5 $\pm$ 0,1                  | 0,6 $\pm$ 0,2                  | 0,6 $\pm$ 0,2                 |

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si a  $\alpha=5\%$ .

A densidade urinária (Tabela 5) não variou nos grupos SEPCa e SEGlic em relação aos valores iniciais (T0h), somente no grupo SEProp, observou-se diminuição ( $P<0,05$ ) entre T0h e T6h. O volume urinário (Tabela 5) aumentou progressivamente até T9h no grupo SEPCa e até T12h no grupo SEGlic. No grupo SEProp somente houve aumento significativo do volume urinário em T12h.

**Tabela 4** – Média  $\pm$  desvio padrão dos eletrólitos urinários de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas contendo diferentes fontes de energia.

| Variáveis            | Trat.  | Período de hidratação         |                               |                               |                               |                              |
|----------------------|--------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                      |        | T0h                           | T3h                           | T6h                           | T9h                           | T12h                         |
| Sódio<br>mMol/L      | SEPCa  | 7,3 $\pm$ 3,0 <sup>bc</sup>   | 26,2 $\pm$ 26,2 <sup>b</sup>  | 33,3 $\pm$ 16,2 <sup>c</sup>  | 69,3 $\pm$ 16,7 <sup>a</sup>  | 79,8 $\pm$ 15,1 <sup>a</sup> |
|                      | SEGlic | 8,8 $\pm$ 3,5 <sup>b</sup>    | 22,5 $\pm$ 24,9 <sup>ab</sup> | 36,2 $\pm$ 21,7 <sup>ab</sup> | 57,3 $\pm$ 22,7 <sup>a</sup>  | 66,2 $\pm$ 17,4 <sup>a</sup> |
|                      | SEProp | 14,0 $\pm$ 14,3 <sup>b</sup>  | 11,8 $\pm$ 4,8 <sup>bc</sup>  | 19,0 $\pm$ 9,9 <sup>bc</sup>  | 46,0 $\pm$ 20,7 <sup>ac</sup> | 54,2 $\pm$ 12,8 <sup>a</sup> |
| Potássio<br>mMol/L   | SEPCa  | 57,2 $\pm$ 45,0               | 34,5 $\pm$ 23,9               | 36,0 $\pm$ 24,8               | 23,8 $\pm$ 7,5                | 19,3 $\pm$ 5,9               |
|                      | SEGlic | 78,0 $\pm$ 42,7 <sup>a</sup>  | 60,7 $\pm$ 42,4 <sup>ab</sup> | 26,8 $\pm$ 7,2 <sup>a</sup>   | 16,2 $\pm$ 2,2 <sup>bc</sup>  | 13,5 $\pm$ 7,2 <sup>c</sup>  |
|                      | SEProp | 95,8 $\pm$ 77,4 <sup>a</sup>  | 51,0 $\pm$ 35,9 <sup>a</sup>  | 22,0 $\pm$ 15,5 <sup>ab</sup> | 25,3 $\pm$ 14,5 <sup>ab</sup> | 18,5 $\pm$ 8,8 <sup>b</sup>  |
| Cloreto<br>mMol/L    | SEPCa  | 45,6 $\pm$ 29,1 <sup>ab</sup> | 42,2 $\pm$ 19,4 <sup>b</sup>  | 63,3 $\pm$ 14,3 <sup>ab</sup> | 73,5 $\pm$ 8,0 <sup>a</sup>   | 75,7 $\pm$ 8,6 <sup>a</sup>  |
|                      | SEGlic | 65,0 $\pm$ 29,2               | 67,7 $\pm$ 34,3               | 61,3 $\pm$ 14,5               | 70,6 $\pm$ 6,1                | 66,9 $\pm$ 13,0              |
|                      | SEProp | 62,7 $\pm$ 29,4 <sup>ab</sup> | 62,7 $\pm$ 37,2 <sup>ab</sup> | 39,0 $\pm$ 16,2 <sup>b</sup>  | 61,2 $\pm$ 17,1 <sup>a</sup>  | 68,2 $\pm$ 18,9 <sup>a</sup> |
| Cálcio<br>mMol/L     | SEPCa  | 14,6 $\pm$ 14,5               | 7,9 $\pm$ 13,1                | 6,4 $\pm$ 5,7                 | 5,4 $\pm$ 4,9                 | 4,4 $\pm$ 3,6                |
|                      | SEGlic | 5,7 $\pm$ 2,4                 | 9,5 $\pm$ 7,0                 | 6,9 $\pm$ 3,8                 | 6,8 $\pm$ 5,9                 | 4,1 $\pm$ 3,0                |
|                      | SEProp | 11,7 $\pm$ 1,4                | 7,1 $\pm$ 5,9                 | 7,0 $\pm$ 8,7                 | 4,7 $\pm$ 3,6                 | 2,5 $\pm$ 2,1                |
| Magnésio<br>mMol/L   | SEPCa  | 4,5 $\pm$ 1,4 <sup>a</sup>    | 3,2 $\pm$ 1,6 <sup>ab</sup>   | 2,9 $\pm$ 0,8 <sup>ab</sup>   | 2,6 $\pm$ 0,5 <sup>b</sup>    | 2,4 $\pm$ 0,7 <sup>b</sup>   |
|                      | SEGlic | 4,1 $\pm$ 1,4 <sup>ac</sup>   | 4,4 $\pm$ 1,6 <sup>a</sup>    | 3,3 $\pm$ 1,1 <sup>ab</sup>   | 3,0 $\pm$ 0,9 <sup>b</sup>    | 2,5 $\pm$ 1,3 <sup>bc</sup>  |
|                      | SEProp | 4,6 $\pm$ 1,1 <sup>a</sup>    | 3,5 $\pm$ 1,5 <sup>b</sup>    | 2,5 $\pm$ 1,7 <sup>b</sup>    | 2,2 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>    | 1,7 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>   |
| Glicose<br>mMol/L    | SEPCa  | 0,7 $\pm$ 0,03                | 0,04 $\pm$ 0,04               | 0,09 $\pm$ 0,08               | 0,04 $\pm$ 0,04               | 0,07 $\pm$ 0,07              |
|                      | SEGlic | 0,1 $\pm$ 0,07                | 0,1 $\pm$ 0,1                 | 0,04 $\pm$ 0,03               | 0,7 $\pm$ 0,04                | 0,06 $\pm$ 0,05              |
|                      | SEProp | 0,7 $\pm$ 0,06                | 0,09 $\pm$ 0,08               | 0,04 $\pm$ 0,03               | 0,04 $\pm$ 0,02               | 0,7 $\pm$ 0,06               |
| Ureia<br>mMol/L      | SEPCa  | 41,2 $\pm$ 35,3               | 20,7 $\pm$ 12,9               | 16,3 $\pm$ 3,7                | 13,0 $\pm$ 4,6                | 13,2 $\pm$ 6,5               |
|                      | SEGlic | 23,7 $\pm$ 18,1 <sup>ab</sup> | 17,6 $\pm$ 8,5 <sup>ac</sup>  | 10,1 $\pm$ 3,8 <sup>a</sup>   | 9,1 $\pm$ 7,7 <sup>bc</sup>   | 5,7 $\pm$ 3,7 <sup>b</sup>   |
|                      | SEProp | 38,0 $\pm$ 26,9 <sup>ab</sup> | 30,5 $\pm$ 20,4 <sup>a</sup>  | 13,2 $\pm$ 3,8 <sup>ab</sup>  | 14,3 $\pm$ 3,8 <sup>a</sup>   | 12,7 $\pm$ 10,6 <sup>b</sup> |
| Creatinina<br>mMol/L | SEPCa  | 2,6 $\pm$ 1,7                 | 1,6 $\pm$ 1,1                 | 1,1 $\pm$ 0,3                 | 1,1 $\pm$ 0,4                 | 0,9 $\pm$ 0,2                |
|                      | SEGlic | 2,2 $\pm$ 1,5                 | 1,7 $\pm$ 0,8                 | 1,2 $\pm$ 0,4                 | 1,0 $\pm$ 0,3                 | 0,6 $\pm$ 0,1                |
|                      | SEProp | 3,0 $\pm$ 1,6                 | 2,5 $\pm$ 1,8                 | 1,3 $\pm$ 0,5                 | 1,3 $\pm$ 0,4                 | 0,7 $\pm$ 0,2                |

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si a  $\alpha=5\%$ .

**Tabela 5** – Média  $\pm$  desvio da densidade e volume urinários de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas contendo diferentes fontes de energia.

| Variáveis | Trat.  | Período de hidratação       |                              |                              |                              |                               |
|-----------|--------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|           |        | T0h                         | T3h                          | T6h                          | T9h                          | T12h                          |
| Densidade | SEPCa  | 1014 $\pm$ 11 <sup>ab</sup> | 1006 $\pm$ 4 <sup>ab</sup>   | 1004 $\pm$ 3 <sup>ab</sup>   | 1003 $\pm$ 2 <sup>a</sup>    | 1004 $\pm$ 2 <sup>b</sup>     |
|           | SEGlic | 1015 $\pm$ 12               | 1012 $\pm$ 11                | 1003 $\pm$ 2                 | 1004 $\pm$ 1                 | 1003 $\pm$ 1                  |
|           | SEProp | 1016 $\pm$ 14 <sup>a</sup>  | 1010 $\pm$ 8 <sup>a</sup>    | 1002 $\pm$ 1 <sup>b</sup>    | 1004 $\pm$ 1 <sup>ab</sup>   | 1005 $\pm$ 3 <sup>ab</sup>    |
| Volume mL | SEPCa  | -                           | 2167 $\pm$ 973 <sup>b</sup>  | 4633 $\pm$ 1847 <sup>c</sup> | 7817 $\pm$ 3326 <sup>a</sup> | 8375 $\pm$ 2236 <sup>a</sup>  |
|           | SEGlic | -                           | 2308 $\pm$ 1175 <sup>b</sup> | 5092 $\pm$ 1608 <sup>c</sup> | 8075 $\pm$ 2926 <sup>d</sup> | 12067 $\pm$ 4001 <sup>a</sup> |
|           | SEProp | -                           | 1817 $\pm$ 1610 <sup>b</sup> | 4275 $\pm$ 1329 <sup>b</sup> | 5617 $\pm$ 2481 <sup>b</sup> | 9367 $\pm$ 3619 <sup>a</sup>  |

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si a  $\alpha=5\%$ .

#### 4.6. Discussão

A estabilidade das concentrações séricas de sódio, potássio e cloreto, conforme observado no presente estudo, é uma condição necessária durante a terapia de manutenção de fluidos, pois diminui as chances da ocorrência iatrogênica de distúrbios hidroeletrólíticos e ácido base, além de corrigir os desequilíbrios existentes (Ribeiro Filho et al., 2013).

A manutenção dos níveis séricos de cálcio nos animais estudados, possivelmente possa atribuída ao propionato de cálcio (10 g/L; grupo SEPCa) e ao acetato de cálcio (1 g/L; grupos SEGlic e SEProp), presentes nas soluções eletrolíticas, mostrando que estes sais são boas fontes de cálcio a serem adicionadas em soluções eletrolíticas para bovinos, uma vez que mantiveram estáveis as concentrações deste eletrólito. Este é um resultado importante, visto que a diminuição da concentração sérica de cálcio em bovinos hidratados via nasorruminal em fluxo contínuo foi observada por Ribeiro Filho et al. (2013) e os mesmos associaram essa redução à falta de uma fonte de cálcio na formulação das soluções eletrolíticas.

A sustentação das concentrações sanguíneas de magnésio, observada nos animais do presente estudo, demonstra que a quantidade deste eletrólito na solução (0,3 g/L) é adequada, uma vez que a hipomagnesemia é uma consequência frequente em animais que são submetidos à hidratação enteral por longos períodos, cuja solução eletrolítica não contenha magnésio entre os eletrólitos da formulação (Alves et al., 2005; Avanza et al., 2009).

Como se pode constatar, as concentrações de fósforo se mantiveram estáveis durante todo o experimento, resultado semelhante foi relato por Ermita et al. (2016) em bezerros bubalinos submetidas à hidratação enteral em fluxo contínuo. Esse resultado sugere que na ausência de distúrbios no equilíbrio do fósforo, este eletrólito não necessita ser adicionado à soluções eletrolítica.

A diminuição na concentração de creatinina observadas nos grupos SEPCa e SEGlic são decorrentes da expansão volêmica, mais marcantes nestes grupos, possivelmente devido a menor osmolaridade das soluções, pois segundo Avanza et al. (2009) soluções eletrolíticas com baixa osmolaridade são absorvidas em maior quantidade pelo intestino. As concentrações de uréia e creatinina, quando avaliadas conjuntamente, têm sido utilizadas para avaliação da função renal nos animais. Devido as particularidades do metabolismo da ureia nos ruminantes, este parâmetro não tem uma boa relação à função glomerular (Grünberg et al., 2005). Desta forma, é possível que a composição da dieta destes animais justifique os valores abaixo do limite de referência para a espécie, em ambos os parâmetros (uréia e creatinina). Segundo Rennó et al. (2000) a redução nos valores de uréia pode ser decorrente de alterações na relação proteína bruta:energia metabolizável. Valores baixos de creatinina podem ser encontrados em animais com pouca massa muscular (Russel e Russel, 2007).

Todas as soluções utilizadas foram capazes de expandir a volemia com diminuição significativa da proteína plasmática total (PPT), semelhante ao descrito por Ribeiro Filho et al. (2011) em bovinos adultos. O mesmo era esperado para a osmolaridade sérica, porém, somente o grupo SEPCa apresentou diminuição desse parâmetro após três horas de hidratação (T3h), tendo os valores retornando aos níveis basais no tempo subsequente (T6h). Independentemente das oscilações observadas, todos os valores encontram-se dentro dos limites de referência para a espécie. Como a osmolaridade expressa o número de partículas dispersas em solução, é possível que esta estabilidade seja decorrente do aumento da concentração de outras substâncias na circulação, como por exemplo a glicose.

Embora os níveis glicêmicos no tempo inicial do estudo já estivessem elevados em todos os grupos (Tabela 3), ainda assim foi possível observar, nos grupos SEPCa e SEProp, aumento da glicose sanguínea, confirmando o potencial glicemiante do propionato de cálcio e do propilenoglicol. O efeito mais duradouro do SEProp, provavelmente seja decorrente da maior osmolaridade da solução (378 mOsm/L), fazendo com que a solução permaneça mais tempo no lúmen intestinal sendo mais lentamente

absorvida. A manutenção das concentrações de lactato demonstra que os três precursores glicêmicos foram eficazes em manter a glicemia, de modo que a hiperativação da via anaeróbica de produção de energia pudesse ser evitada. É possível que os níveis mais elevados de glicose no início do experimento sejam em virtude da alimentação rica em carboidratos (silagem de milho) fornecida aos animais. Embora condições estressantes possam influenciar nos níveis plasmáticos de glicose, destaca-se que os animais foram previamente condicionados, durante um período de 10 dias pré-experimento.

As concentrações urinárias de sódio (Tabela 4) aumentaram gradativamente durante a fase de hidratação, como forma de manter as concentrações séricas deste eletrólito. Devido ao aumento da volemia observado, eventos como diminuição da atividade do sistema renina-angiotensina-aldosterona e maior ativação de outros mecanismos controladores do volume circulante como a liberação do peptídeo natriurético, que facilita a excreção renal de sódio por inibição da reabsorção deste íon nos túbulos proximais e ductos coletores são desencadeados (DiBartola, 2012). A aldosterona é o principal modulador da excreção de potássio na urina, por aumentar a atividade da enzima Na/K-ATPase na membrana basolateral dos ductos coletores aumentando a absorção de sódio e a excreção de potássio (DiBartola e DeMoraes, 2012). A inibição dos efeitos da aldosterona nos ductos coletores, pelo mecanismo já mencionado, justifica a diminuição da concentração urinária de potássio durante a hidratação enteral. Essas variações, nas concentrações urinárias de sódio e potássio, já foram relatadas por Ribeiro Filho et al. (2017a) em bezerros hidratados via nasorruminal em fluxo contínuo.

Como constatado, assim como ocorreu com o sódio, as concentrações urinárias de cloreto (SEPCa e SEProp) também aumentaram durante a hidratação. Segundo Waldrop (2008) a maior parte do cloreto filtrado nos glomérulos renais é reabsorvido passivamente à reabsorção de sódio, logo, com a maior excreção de sódio temos como consequência a maior excreção de cloreto, justificando os achados do presente estudo.

Com o aumento do fluxo tubular renal, promovido pela expansão plasmática, pode ocorrer a diminuição do processo de reabsorção tubular de algumas substâncias dentre elas o cálcio e o magnésio (Riella, 2012), ocasionando maior excreção destes elementos. Todavia, enquanto as concentrações de cálcio se mantiveram estáveis, as concentrações urinárias de magnésio diminuíram durante a hidratação, justificando, por exemplo, a não ocorrência de hipomagnesemia, como já mencionado.

Apesar dos animais se apresentarem hiperglicêmicos durante o experimento, isso não se refletiu na capacidade renal de absorção da glicose e não foi observado glicosúria em nenhum momento experimental. Segundo Ribeiro Filho et al. (2017b) a glicosúria pode ser provocada pela administração de soluções eletrolíticas contendo uma quantidade excessiva de carboidratos. A alta concentração de glicose no ultrafiltrado glomerular pode gerar uma inversão da osmolaridade entre o lume tubular e o parênquima renal, originando a chamada diurese osmótica, comum em animais acometido por diabetes mellitus (Langston, 2012).

A diminuição das concentrações urinárias de ureia sugere uma diluição deste componente na urina e não uma diminuição de sua excreção, uma vez que os valores séricos não variaram significativamente. Ao que se mostra somente o grupo SEProp conseguiu induzir uma redução significativa na densidade urinária, porém, é importante ressaltar que no T3h todos os animais apresentaram isostenúria e em T6h a T12h hipostenúria, demonstrando que as soluções aumentaram sobremaneira o fluxo renal induzindo a produção de urina menos concentrada. Este é um resultado esperado, bem como o aumento progressivo do volume urinário observado durante a fase de hidratação, na tentativa de manter a volemia equilibrada, pois em animais hígidos a ocorrência de hiperidratação é rara e comumente associada a grandes quantidades de fluido administradas pela via parenteral.

#### **4.7. Conclusão**

As três soluções eletrolíticas enterais administradas em fluxo contínuo são eficazes em expandir a volemia sem causar desequilíbrios hidroeletrólíticos adicionais. As soluções com propionato de cálcio e propilenoglicol tem maior potencial glicemiante, sendo, portanto, os precursores mais indicados nos casos de hipoglicemia. Para se determinar a eficácia da capacidade de reposição eletrolítica das soluções testadas, estudos futuros em animais desidratados são necessários.

#### **4.8. Agradecimentos**

A Biobrotas Olequímica pelo fornecimento do glicerol. A Bioclin Quibasa pela doação dos kits reagentes para realização das análises bioquímicas.

#### **4.9. Conflito de interesses**

Os autores declaram que não há conflito de interesses.

## Referências Bibliográficas

- ALVES, G.E.S.; RIBEIRO FILHO, J.D.; OLIVEIRA, H.P.; ABREU, J.M.G. Treatment of experimental impaction in equine large colon: laboratory findings and biochemical test. **Brazilian Journal Veterinary and Animal Science**, v. 57, n. 3, p. 281-287, 2005.
- AVANZA, M.F.B.; RIBEIRO FILHO, J.D.; LOPES, M.A.F.; IGNÁCIO, F.S.; CARVALHO, T.A.; GUIMARÃES, J.D. Enteral fluid therapy in horses –electrolyte solution associated or not with glucose, maltodextrina and magnesium sulphate: laboratory results. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1116-1123, 2009.
- CARTER, R.R.; GROVUM, W.L. A review of the physiological significance of hypertonic body fluids on feed intake and ruminal function: salivation, motility and microbes. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 9, p. 2811-2832, 1990.
- CONSTABLE, P. Fluid and electrolyte therapy in ruminants. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 19, n. 3, p. 557-597, 2003.
- CONSTABLE, P.D.; THOMAS, E.; BOISRAME, B. Comparison of two oral electrolyte solutions for the treatment of dehydrated calves with experimentally-induced diarrhoea. **The Veterinary Journal**, v. 162, n. 2, p. 129-140, 2001.
- DiBARTOLA, S.P.; DeMORAIS, H.A. Disorders of potassium: hypokalemia and hyperkalemia. In: DiBARTOLA, S.P. **Fluid, Electrolyte, and Acid-base Disorders in Small Animal Practice**. 4th ed. St. Louis: Elsevier Saunders 2012; pp. 92-119.
- DiBARTOLA, S.P. Disorders of sodium and water: hypernatremia e hyponatremia. In: DiBARTOLA, S.P. **Fluid, Electrolyte, and Acid-base Disorders in Small Animal Practice**. 4th ed. St. Louis: Elsevier Saunders 2012; pp. 45-79.
- ERMITA, P.A.; VIANA, R.B.; RIBEIRO FILHO, J.D.; GUIMARÃES, J.D.; DIAS, D.C.; MONTEIRO, B.M.; MONTEIRO, L.C.; MOREIRA, A.R.P.; MENDONÇA, A.A. N.; FERREIRA, A.C.O.; BREMGARTNER, L.S.; RIBEIRO, B.M.; COSTA, C.M. Effects of enteral fluid therapy in continuous flow administered by nasogastric tube in buffalo calves. **Journal of Buffalo Science**, v. 5, n. 3, p. 60-69, 2016.
- GRÜNBERG, W.; CONSTABLE, P.; SCHRÖDER, U.; STAUFENBIEL, R.; MORIN, D.; ROHN, M. Phosphorus homeostasis in dairy cows with abomasal displacement or abomasal volvulus. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 19, n. 6, p. 894-898, 2005.
- LANGSTON, C. Managing fluid and electrolyte disorders in renal failure. In: DiBARTOLA, S.P. **Fluid, Electrolyte, and Acid-base Disorders in Small Animal Practice**. 4th ed. St. Louis: Elsevier Saunders 2012; pp. 544-556.

MELLENDEZ, P.; SEVERINO, K.; MARIN, M.P.; DUCHENS, M. The effect of a product with three gluconeogenic precursors during the transition period on blood metabolites and milk yield in Chilean Holstein cattle. **Journal of Applied Animal Research**, v. 46, n. 1, p. 613-617, 2018.

RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.D.C.; LEÃO, M.I.; SILVA, J.F.C.D.; CECON, P.R.; GONÇALVES, L.C.; DIAS, H.L.C.; LINHARES, R.S. Concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1235-1243, 2000.

RIBEIRO FILHO, J.D.; AVANZA, M.F.B.; BAPTISTA FILHO, L.C.F.; DANTAS, W.M.F.; LIMA, A.P.; GOMES, C.L.N. Avaliação de soluções eletrolíticas isotônicas administradas por sonda nasogástrica em bovinos adultos hígidos ou desidratados experimentalmente. **Veterinária e Zootecnia**, v.20, n. 3, p.09-16, 2013.

RIBEIRO FILHO, J.D.; FARIAS, S.K.; DONNER, A.C.; OLIVEIRA, D.P.; GUIMARÃES, J.D.; SOUZA, M.V.; GOMES, C.L.N.; AVANZA, M.F.B. Horses treated with enteral electrolyte solutions with different osmolarities. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.34, p.179-184, 2014a.

RIBEIRO FILHO, J.D.; DANTAS, W.D.M.F.; LIMA, A.D.P.; VIANA, R.B.; SILVA, M.O.D.; ERMITA, P.A.N.; SILVA, G.M.M.; RIBEIRO, B.M.; COSTA, C.M.; MONTEIRO, L. C. Enteral electrolyte solutions with different osmolarities administered in a continuous flow in newborn calves. **Ciência Rural**, v. 47, n. 5, 2017a.

RIBEIRO FILHO, J.D., PESSIN, A.E., FONSECA, L.A., DANTAS, W.M., COSTA, C.M., ERMITA, P.A. MONTEIRO, L.C.; RIBEIRO, B.M.; SILVA, M.O.; DANTAS, F.T.D.R. Enteral Fluid Therapy in Horses: Effects of Maintenance Hypotonic Electrolyte Solutions Containing Maltodextrin, Sucrose, or Dextrose Administered in Continuous Flow. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 50, p. 96-101, 2017b.

RIBEIRO FILHO, J.D.; GIMENES, A.M.; FONSECA, E.F.; DANTAS, W.M.F.; OLIVEIRA, T.T. 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.

RIELLA, M.C. **Princípios de nefrologia e distúrbios hidroeletrolíticos**. 5ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2012, 1264p.

RUSSELL, K.E.; ROUSSEL, A.J. Evaluation of the ruminant serum chemistry profile. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 23, n. 3, p. 403-426, 2007.



WALDROP, J.E. Urinary electrolytes, solutes, and osmolality. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 38, n. 3, p. 503-512, 2008.

## 5. CAPÍTULO III

### **Soluções eletrolíticas enterais de manutenção contendo diferentes fontes de energia para bovinos: efeitos sobre a hemogasometria e pH urinário**

#### 5.1. RESUMO

ERMITA, Pedro Ancelmo Nunes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Hidratação com soluções eletrolíticas enterais de manutenção contendo diferentes fontes de energia administradas em fluxo contínuo via nasorruminal em bovinos.** Orientador: José Dantas Ribeiro Filho. Coorientador: Rinaldo Batista Viana.

Objetivou-se avaliar os efeitos de três soluções poliônicas enterais com diferentes fontes de energia (propionato de cálcio, glicerol e propilenoglicol), administradas por via nasorruminal em fluxo contínuo sobre o equilíbrio ácido base e pH urinário de novilhas hígdas. Foram utilizadas seis bovinos da raça holandesa em delineamento *crossover* 6x3. As soluções foram administradas na dose de 15 mL/kg/h durante 12h, por sonda nasorruminal com 10 mm de diâmetro e 1,8 m de comprimento em fluxo contínuo. Foram obtidas amostras de sangue, em seringas contendo heparina lítio, e amostras de urina, imediatamente antes do início da hidratação e a cada três horas durante as 12h de administração das soluções (cinco amostras) e mais uma coleta 12h após o fim da hidratação, perfazendo um total de seis tempos experimentais. Durante a fase experimental, os animais permaneceram em jejum hídrico e alimentar. Foram determinados o pH, pressão parcial de gás carbônico ( $pCO_2$ ), concentração de bicarbonato ( $HCO_3^-$ ), concentração de base (cBase), anion GAP, diferença de íons fortes (DIF) e o pH urinário. Alterações significativas foram detectadas no pH sanguíneo, no  $HCO_3^-$  e cBase durante as 12h de hidratação. A solução eletrolítica contendo propionato de cálcio (SEPCa) induziu o aparecimento de alcalose metabólica discreta reversível. As soluções contendo glicerol (SEGli) e propilenoglicol (SEPro) não ocasionaram alterações no equilíbrio ácido base, podendo ser empregadas, com segurança, na terapia de manutenção de fluidos em bovinos.

**Palavras-chave:** terapia de manutenção, ruminantes, precursores glicêmicos, equilíbrio ácido base.

**Maintenance enteral electrolyte solutions containing different energy source in cattle: effects under blood gas analysis and urinary pH**

5.2. ABSTRACT

ERMITA, Pedro Ancelmo Nunes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2018. **Maintenance enteral electrolyte solutions containing different energy source in cattle: effects under blood gas analysis and urinary pH**. Advisor: José Dantas Ribeiro Filho. Co-Advisor: Rinaldo Batista Viana.

The objective of this study was to evaluate the effects of three enteral polyonic solutions with different energy sources, (calcium propionate, glycerol, and propylene glycol), administered via nasorruminal in continuous flow on acid base balance and urinary pH of healthy heifers. Six heifers of the Dutch breed were used in a 6 x 3 crossover design. The solutions were administered in a dose of 15 mL / kg / h for 12 h, using a nasorruminal tube with 10 mm diameter and 1.8 m length in continuous flow. Blood samples were obtained in lithium heparin-containing syringes, and urine sample immediately before fluid therapy started, and every three hours during 12 hours of solution administration (five samples) and another blood sample 12 hours after the end of fluid therapy, for 6 experimental times. During the experimental phase the animals remained with water and food restriction. pH, carbon dioxide partial pressure ( $pCO_2$ ), bicarbonate concentration ( $HCO_3^-$ ), base excess (BE), anion gap, difference ion strong (DIF), and urinary pH were determined. Significant changes in blood pH,  $HCO_3^-$  and BE during the 12 hours of fluid therapy were detected. The electrolytic solution containing calcium propionate (SEPCa) induced the arising of reversible slight metabolic alkalosis. The solutions containing glycerol (SEGli) and propylene glycol (SEpro) did not cause alterations in the acid balance balance and could be safely used in maintenance therapy of fluids in cattle.

**Key words:** maintenance therapy, ruminants, energy sources, acid base balance

### 5.3. Introdução

A hidratação enteral em ruminantes adultos administrada por via ororuminal ou nasorruminal, é recomendada nos casos de desidratação leve ou moderada, quando se deseja administrar uma solução eletrolítica baseada nas necessidades individuais do paciente, principalmente pela sua eficácia e baixo custo quando comparada a intravenosa. A administração da solução eletrolítica por essa modalidade de reidratação, pode ser feita em *bolus* ou fluxo contínuo (Ribeiro Filho, 2011).

A composição de soluções eletrolíticas para uso enteral em ruminantes adultos deve conter sódio, potássio, cloreto, cálcio, magnésio e uma fonte de energia (Ribeiro Filho et al., (2011), devendo ser preferencialmente hipotônica ou isotônica. Por vezes, os pacientes podem apresentar hipoglicemia associada aos desequilíbrios hidroeletrólíticos, reforçando a necessidade dessas soluções possuírem em sua composição precursores de energia. Dentre as substâncias gliconeogênicas utilizadas em bovinos adultos, destaca-se o propilenoglicol, glicerol e propionato de cálcio. A presença destes compostos auxilia também na absorção de sódio, e consequentemente de água, pela mucosa do trato gastrointestinal, por meio de um mecanismo de cotransporte (Constable, 2003).

Outra característica importante das soluções eletrolíticas enterais, e por isso deve ser feito a hemogasometria durante a sua avaliação experimental em animais, é a sua ação sobre o equilíbrio ácido base. Desta maneira, determinar a ação delas sobre a homeostase do paciente é imprescindível, pois segundo Roussel et al. (1998) a alcalose metabólica em bovinos adultos enfermos é o distúrbio ácido base mais rotineiramente observado, enquanto em bezerros se detecta com mais frequência acidose metabólica. Desse modo, as soluções eletrolíticas enterais desenvolvidas para uso em bezerros, tipicamente alcalinizantes, não são as mais adequadas para bovinos adultos (Roussel, 2014).

Entretanto, a busca de soluções eletrolíticas enterais (SE) de manutenção que satisfaçam às necessidades energéticas de ruminantes adultos desidratados e hipoglicêmicos, ainda é um desafio para pesquisadores. O seu uso em bovinos adultos ainda é um procedimento empírico. Na tentativa de desenvolver SE enterais neutras com precursores energéticos para terapia de manutenção em bovinos adultos, objetivou-se avaliar os efeitos de três soluções poliônicas enterais, com diferentes fontes de energia (propionato ou glicerol ou propilenoglicol), administradas via nasorruminal em fluxo contínuo sobre o equilíbrio ácido base de novilhas híginas. Hipotetizamos que o uso de soluções eletrolíticas enterais de manutenção contendo propilenoglicol, glicerol ou

propionato de cálcio não ocasionam alterações nos constituintes da hemogasometria e no pH urinário.

#### 5.4. Material e Métodos

O projeto atende a todas as normas e legislações vigentes para o uso de animais em experimentação, e foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Viçosa sob o número 44/2017.

Foram utilizadas seis novilhas da raça holandesa híbridas, com idade entre 18 e 24 meses, peso médio de 300 kg, provenientes da Unidade de Pesquisa e Extensão em Gado de Leite da Universidade Federal de Viçosa. Dez dias antes do experimento os animais foram alocados em baias tipo *tie stall*, onde receberam silagem de milho e ração balanceada e água *ad libitum*, conforme manejo da unidade.

Os animais foram incluídos aleatoriamente em um delineamento *crossover* 6x3 (seis animais x três tratamentos). Os tratamentos propostos foram: Solução eletrolítica com propionato de cálcio (SEPCa) – 4g de cloreto de sódio, 0,5g de cloreto de potássio, 0,3g de cloreto de magnésio e 10g de propionato de cálcio diluídos em 1.000 mL de água (osmolaridade mensurada: 299 mOsm/L); Solução eletrolítica com glicerol (SEGlic) - 4g de cloreto de sódio, 0,5g de cloreto de potássio, 0,3g de cloreto de magnésio, 1g de acetato de cálcio e 10 mL de glicerol diluídos em 1.000 mL de água (osmolaridade mensurada: 287 mOsm/L); Solução eletrolítica com propilenoglicol (SEProp) - 4g de cloreto de sódio, 0,5g de cloreto de potássio, 0,3g de cloreto de magnésio, 1g de acetato de cálcio e 15 mL de propilenoglicol diluídos em 1.000 mL de água (osmolaridade mensurada: 378 mOsm/L).

Para administração das soluções eletrolíticas, foi utilizada sonda nasorruminal com 10 cm de diâmetro externo e 1,8 m de comprimento, fixada ao cabresto e acoplada em equipo espiral. O conjunto foi conectado a um galão com capacidade para 20 litros, posicionado 1,5 metros acima da cabeça dos animais. A velocidade e duração de infusão empregada foi de 15 mL/kg/h, durante 12 horas.

Foram obtidas amostras de sangue venoso por punção da jugular em seringas plásticas contendo anticoagulante heparina lítio, para a realização da hemogasometria, nos seguintes tempos experimentais: T0h – imediatamente antes da hidratação; T3h – três horas de hidratação; T6h – seis horas de hidratação; T9h – nove horas de hidratação; T12h – 12h de hidratação; T24h – 12h após a hidratação. Durante as 24h de avaliação os animais permaneceram em jejum hídrico e alimentar.

As análises hemogasométricas foram realizadas imediatamente após a colheita de sangue, em hemogasômetro OMNI C (Roche Diagnóstica) e contemplou os seguintes parâmetros: pH, pressão parcial de gás carbônico ( $p\text{CO}_2$ ), concentração de bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), concentração de base (cBase), anion gap (GAP) e diferença de íons fortes (DIF).

Para obtenção das amostras de urina todos os animais foram sondados com sonda de látex siliconizada tipo Foley N°32 e assim permaneceram até o final do período de hidratação (T12h), obtendo-se uma amostra de urina, para análise, em cada tempo correspondente às colheitas de sangue. O pH urinário foi aferido por pHmetro portátil (K39-0014P, Kasvi), previamente calibrado.

Todos os resultados foram submetidos a análise descritiva para obtenção de média e desvio padrão. A normalidade da distribuição dos dados e a esfericidade das variâncias foram avaliadas por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Mauchly, respectivamente. Para avaliação das médias adotou-se a análise de variância (ANOVA) com base em um planejamento fatorial de mediadas repetidas, para verificação dos efeitos principais do tempo, dos tratamentos e da interação tempo\*tratamento. Para a comparação múltipla das médias empregou-se o teste *post hoc* de Tukey. Quando não foi possível a realização da ANOVA, adotou-se o teste de Friedman com *post hoc* de Wilcoxon associado à correção de Bonferroni. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico SPSS 20 (IBM, SPSS Statistics) com  $\alpha=5\%$ .

## 5.5. Resultados

Todos os resultados estão expressos na tabela 1. Os valores do pH sanguíneo nos animais do grupo SEPCa aumentaram ( $P<0,05$ ) em T9h e se mantiveram até o final da hidratação (T12h). Nos do grupo SEGlic, houve aumento significativo entre T3h e T9h que se estendeu até T12h. Em ambos os grupos, os valores retornaram às condições basais no T24h. Não foi observado efeito do tempo nem dos tratamentos sobre o pH nos animais do grupo SEProp.

Os valores da  $p\text{CO}_2$  mantiveram-se ( $P>0,05$ ) sem alterações durante todos os tempos em todos os tratamentos, enquanto a concentração de  $\text{HCO}_3^-$  aumentou significativamente em todos os tratamentos no T9h em relação ao T0h, mantendo-se elevada em T12h, mas retornando aos valores basais em T24h.

Nos animais dos grupos SEPCa e SEGlic a concentração de base (cBase) aumentou ( $P<0,05$ ) em T9h e T12h, quando comparado aos valores de T0h, porém manteve-se estável nos do SEProp. O anion Gap e a diferença de íons fortes (DIF) não apresentaram

diferença entre grupos, tampouco nos tratamentos ao longo da fase experimental. O pH urinário também se manteve sem alteração entre grupos e nos grupos ao longo do tempo ( $P<0,05$ ).

**Tabela 1** – Média  $\pm$  desvio padrão dos parâmetros hemogasométricos e pH urinário de bovinos frente à hidratação enteral em fluxo contínuo com três soluções eletrolíticas contendo diferentes fontes de energia.

|                            | Trat.  | Período de hidratação         |                              |                              |                              |                              | Observação                    |
|----------------------------|--------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|                            |        | T0h                           | T3h                          | T6h                          | T9h                          | T12h                         | T24h                          |
| pH                         | SEPCa  | 7,40 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>  | 7,39 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup> | 7,40 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup> | 7,42 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup> | 7,44 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup> | 7,41 $\pm$ 0,02 <sup>ab</sup> |
|                            | SEGlic | 7,39 $\pm$ 0,03 <sup>ab</sup> | 7,38 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup> | 7,40 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup> | 7,41 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup> | 7,41 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup> | 7,40 $\pm$ 0,03 <sup>ab</sup> |
|                            | SEProp | 7,40 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>  | 7,38 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup> | 7,39 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup> | 7,40 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup> | 7,39 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup> | 7,39 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>  |
| pCO <sub>2</sub><br>mmHg   | SEPCa  | 48,8 $\pm$ 4,4                | 48,9 $\pm$ 4,7               | 51,0 $\pm$ 3,1               | 50,6 $\pm$ 4,1               | 51,4 $\pm$ 5,2               | 50,4 $\pm$ 6,4                |
|                            | SEGlic | 48,7 $\pm$ 3,4                | 48,6 $\pm$ 2,8               | 49,2 $\pm$ 4,3               | 49,6 $\pm$ 2,8               | 50,2 $\pm$ 3,5               | 47,8 $\pm$ 3,2                |
|                            | SEProp | 47,3 $\pm$ 3,5                | 50,9 $\pm$ 9,3               | 48,2 $\pm$ 2,5               | 48,6 $\pm$ 4,6               | 51,7 $\pm$ 1,8               | 51,2 $\pm$ 6,3                |
| HCO <sub>3</sub><br>mMol/L | SEPCa  | 29,7 $\pm$ 3,2 <sup>bd</sup>  | 29,1 $\pm$ 2,7 <sup>b</sup>  | 30,8 $\pm$ 1,5 <sup>bc</sup> | 32,5 $\pm$ 3,2 <sup>ac</sup> | 33,9 $\pm$ 1,7 <sup>a</sup>  | 32,1 $\pm$ 2,2 <sup>acd</sup> |
|                            | SEGlic | 29,1 $\pm$ 2,4 <sup>b</sup>   | 29,0 $\pm$ 2,2 <sup>b</sup>  | 29,5 $\pm$ 2,8 <sup>ab</sup> | 30,9 $\pm$ 2,3 <sup>a</sup>  | 30,9 $\pm$ 2,4 <sup>a</sup>  | 28,6 $\pm$ 1,4 <sup>b</sup>   |
|                            | SEProp | 28,3 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>   | 29,4 $\pm$ 1,4 <sup>ab</sup> | 28,7 $\pm$ 2,2 <sup>ab</sup> | 30,8 $\pm$ 1,7 <sup>a</sup>  | 30,9 $\pm$ 1,3 <sup>a</sup>  | 30,4 $\pm$ 2,5 <sup>ab</sup>  |
| cBASE<br>mMol/L            | SEPCa  | 3,9 $\pm$ 3,0 <sup>bc</sup>   | 3,2 $\pm$ 2,2 <sup>b</sup>   | 4,9 $\pm$ 1,4 <sup>bcd</sup> | 6,7 $\pm$ 2,9 <sup>ad</sup>  | 8,1 $\pm$ 1,5 <sup>a</sup>   | 6,0 $\pm$ 1,9 <sup>cd</sup>   |
|                            | SEGlic | 3,2 $\pm$ 2,4 <sup>b</sup>    | 3,2 $\pm$ 2,1 <sup>b</sup>   | 3,8 $\pm$ 2,6 <sup>abc</sup> | 5,1 $\pm$ 2,3 <sup>a</sup>   | 5,0 $\pm$ 2,3 <sup>ac</sup>  | 2,9 $\pm$ 1,5 <sup>bc</sup>   |
|                            | SEProp | 2,9 $\pm$ 1,3 <sup>a</sup>    | 3,4 $\pm$ 2,0 <sup>a</sup>   | 3,2 $\pm$ 2,3 <sup>a</sup>   | 4,9 $\pm$ 1,6 <sup>a</sup>   | 4,7 $\pm$ 1,7 <sup>a</sup>   | 4,2 $\pm$ 1,9 <sup>a</sup>    |
| Gap<br>mMol/L              | SEPCa  | 13,6 $\pm$ 1,5                | 11,6 $\pm$ 2,9               | 16,8 $\pm$ 4,5               | 17,7 $\pm$ 10,3              | 5,0 $\pm$ 5,3                | 17,6 $\pm$ 3,7                |
|                            | SEGlic | 18,0 $\pm$ 9,0                | 20,8 $\pm$ 11,7              | 20,8 $\pm$ 6,7               | 14,6 $\pm$ 5,4               | 9,9 $\pm$ 2,7                | 13,5 $\pm$ 8,7                |
|                            | SEProp | 4,1 $\pm$ 3,3                 | 12,6 $\pm$ 5,7               | 8,3 $\pm$ 10,2               | 12,2 $\pm$ 8,1               | 20,4 $\pm$ 11,2              | 16,3 $\pm$ 9,1                |
| DIF<br>mMol/L              | SEPCa  | 39,9 $\pm$ 7,2                | 39,0 $\pm$ 7,4               | 45,2 $\pm$ 1,6               | 36,9 $\pm$ 10,2              | 35,0 $\pm$ 18,0              | 44,0 $\pm$ 16,3               |
|                            | SEGlic | 41,8 $\pm$ 12,0               | 37,9 $\pm$ 2,8               | 46,8 $\pm$ 7,1               | 37,7 $\pm$ 13,6              | 38,2 $\pm$ 5,4               | 45,2 $\pm$ 9,1                |
|                            | SEProp | 30,9 $\pm$ 0,5                | 37,9 $\pm$ 11,7              | 39,9 $\pm$ 10,9              | 42,7 $\pm$ 17,4              | 40,1 $\pm$ 10,0              | 41,9 $\pm$ 14,1               |
| pH Ur                      | SEPCa  | 7,2 $\pm$ 0,8                 | 7,5 $\pm$ 0,6                | 7,1 $\pm$ 0,9                | 7,4 $\pm$ 1,0                | 7,7 $\pm$ 0,9                | -                             |
|                            | SEGlic | 7,5 $\pm$ 0,9                 | 7,3 $\pm$ 0,8                | 7,2 $\pm$ 0,6                | 7,1 $\pm$ 0,9                | 7,2 $\pm$ 0,8                | -                             |
|                            | SEProp | 7,5 $\pm$ 0,8                 | 7,2 $\pm$ 0,8                | 7,1 $\pm$ 0,6                | 7,0 $\pm$ 0,7                | 7,3 $\pm$ 0,6                | -                             |

pO<sub>2</sub> – pressão de oxigênio; pCO<sub>2</sub> – pressão de gás carbônico; sO<sub>2</sub> – saturação de oxigênio; eBASE – excesso de base; GAP – ânion GAP; DIF – Diferença de íons fortes; pH Ur – pH urinário. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si a  $\alpha=5\%$ .

## 5.6. Discussão

Os valores do pH sanguíneo nos animais dos grupos SEPCa e SEGlic apresentaram discreto aumento, porém significativo (Tabela 1). Esse pequeno acréscimo, principalmente nos animais do SEPCa em T12h, possivelmente se deveu a composição

das soluções eletrolíticas. Entretanto, os animais não apresentaram alcalinemia, pois segundo Carlson e Bruss (2008) os valores de pH nessa classe de animais encontram-se na faixa de 7,32 a 7,44. Logo, apenas os valores superiores a 7,44 expressam alcalinemia, o que não foi detectado nos animais dos dois tratamentos. Dessa forma, os resultados obtidos estão desprovidos de significado clínico.

Durante a fase experimental não foi registrada diferença ( $P>0,05$ ) na pressão parcial de gás carbônico ( $p\text{CO}_2$ ) entre grupos e nos grupos ao longo do tempo (Tabela 1). Segundo Smith (2015), Radostits et al. (2007) e Carlson e Bruss (2008) os valores de referência para a  $p\text{CO}_2$  em bovinos encontra-se na faixa de 34 a 45 mmHg. Ao compararmos esses valores aos registrados no presente ensaio, mínimo de  $47,3\pm 3,5$  e máximo de  $51,4\pm 6,4$  (Tabela 1), percebe-se que mesmo em T0h a  $p\text{CO}_2$  já se encontrava acima dos registrados pelos referidos autores.

Possivelmente a faixa etária, o sexo, a raça, a alimentação e o manejo dos animais do presente ensaio pode ter sido a causa dos resultados dessemelhantes da  $p\text{CO}_2$  quando comparados a maioria dos citados na literatura internacional. Por isso, a confrontação dos dados do presente ensaio com os oriundos literatura internacional pode gerar confundimento no momento de sua interpretação. Por outro lado, Dirksen (1993) registrou como faixa de referência para a  $p\text{CO}_2$  em bovinos o valor de 35 a 53 mmHg, confirmando os resultados do presente estudo experimental.

As concentrações de bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) apresentaram comportamento semelhante nos três grupos (Tabela 1). Mantiveram-se praticamente sem alteração em T0h, T3h e T6h, com pequeno aumento em T9h e T12h ( $P<0,05$ ). Ressaltando-se que apenas os animais do grupo SEPCa apresentaram valores de  $\text{HCO}_3^-$  acima da faixa de normalidade, que segundo Carlson e Bruss (2008) está entre 20 e 30 mmol/L. Da mesma forma que a  $p\text{CO}_2$ , o aumento foi de pequena intensidade ( $33,9\pm 1,7$  mmol/L).

O aumento de  $\text{HCO}_3^-$  registrado nos animais do grupo SEPCa no decorrer da hidratação (T9h e T12h), demonstra que houve acréscimo da reserva alcalina e é proveniente do processo de metabolização dos precursores glicêmicos presentes nas soluções, propionato, glicerol e propilenoglicol. Pois durante o processo de oxidação dos mesmos, que ocorre dentro das mitocôndrias para produção de glicose, há o consumo de íons  $\text{H}^+$ , ocasionando um processo gradual de alcalinização do organismo (Naylor e Forsyth, 1986). Por isso, como citou Leal et al. (2007), estes precursores também são chamados de bases metabolizáveis.



A concentração de base (cBase) é definida como a quantidade de ácido, em mEq/L ou mmol/L, necessária para restabelecer o pH de um litro de sangue a 37°C e pCO<sub>2</sub> de 40 mmHg, ao valor de 7,40 (DiBartola, 2012). É considerada uma variável independente e representa o componente metabólico. Valores negativos, abaixo da faixa de normalidade indicam acidose metabólica, enquanto os positivos acima da normalidade, alcalose metabólica. Pode ser observado na Tabela 1, que não houve diferença entre grupos (P>0,05), somente diferença nos grupos SEPCa e SEGlic ao longo da fase experimental (P<0,05).

Os resultados obtidos nos animais do grupo SEPCa em T9 e T12h foram superiores aos descritos por Constable (1999) como valores de referência (0 – 6mmol/L). A cBase nesse grupo atingiu nos referidos tempos os índices de 6,7±2,9 e 8,1±1,5, respectivamente. Esses resultados confirmam que a SEPCa gera uma alcalose metabólica discreta reversível. O mecanismo que ocasionou o aparecimento desse distúrbio foi o mesmo descrito na discussão do HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Deve-se enfatizar que distúrbios metabólicos dessa intensidade são de resolução espontânea, necessitando apenas que a administração da solução eletrolítica seja suspensa, por isso a denominou-se alcalose metabólica discreta reversível.

A solução eletrolítica enteral contendo glicerol (SEGlic), apresentou os maiores valores de cBase em T6h, porém esses índices não ultrapassaram a faixa de normalidade. Entretanto, essa solução, apresentou tendência a alcalinização, mas como esse acréscimo não excedeu os valores fisiológicos de referência, torna-o desprovido de significado clínico. A SEProp não apresentou alteração na cBase durante toda a fase experimental (P<0,05), confirmando a sua ação neutra sobre o equilíbrio ácido base.

O GAP é utilizado primariamente para identificar acidose metabólica, confirmar os distúrbios mistos e no prognóstico dos pacientes, como citaram Gossett et al. (1987) e DeMoraes e DiBartola (1993). O valor de referência em bovinos, segundo Carlson e Bruss (2008), varia de 13,9 a 20,2 mmol/L; valores superiores a estes indicam acidose metabólica decorrente do aumento dos ânions não mensurados, principalmente o lactato, como ocorre na acidose láctica, determinando a diminuição da concentração do bicarbonato. Ressaltando-se que a diminuição do GAP devido à diminuição dos ânions não mensurados ocorre comumente na hipoalbuminemia e acidose metabólica hiperclorêmica e na hidratação excessiva. Entretanto, segundo Carlson (1997), quando ocorre alteração no GAP e esta não é compatível com a ocorrida nos valores do bicarbonato, deve-se suspeitar da presença de distúrbio misto. Não foram registradas diferenças entre grupos (P>0,05), tampouco nos grupos ao longo do tempo (P>0,05) nos valores do GAP

nos animais do presente ensaio (Tabela 1). Esses resultados confirmam que as soluções testadas na presente pesquisa não têm ação acidificante.

Distúrbio ácido base misto caracteriza-se pela presença de duas ou mais alterações primárias em um paciente, modificando, com isso, as respostas compensatórias esperadas (DeMoraes e DiBartola, 1993). Na determinação da DIFm, um outro conceito é adicionado ao conceito de eletroneutralidade, o qual leva em consideração apenas a determinação de cátions e ânions fortes. DIFm é a soma das concentrações dos cátions fortes subtraída da soma das concentrações dos ânions fortes (Stewart, 1998; Constable, 1999). Ele é utilizado para confirmar os distúrbios mistos, sendo expresso pela equação:  $DIFm = (Na^+ + K^+) - (Cl^-)$ . Segundo Constable (1999), o valor de referência em bovinos é de 38-46 mmol/L. Valores superiores a faixa de normalidade indicam alcalose metabólica, enquanto os inferiores sinalizam acidose metabólica. Os valores de DIF, nos animais de todos os grupos, não sofreram influência dos tratamentos e do tempo ( $P > 0,05$ ). Os índices detectados foram similares em todos os grupos (Tabela 1), confirmando que os resultados do anion gap e demonstrando que as concentrações dos íons fortes, Na, K, e Cl, sanguíneos mantiveram-se na faixa de normalidade, ratificando que a composição eletrolítica das soluções enterais testadas no presente ensaio, foi adequada.

Os rins agem na eliminação dos excessos de ácidos e bases de origem não respiratória, desta forma, desempenham papel fundamental na manutenção do equilíbrio ácido base. Eles são considerados a terceira linha de defesa do equilíbrio ácido base. Como expressa a tabela 2, o pH urinário também não apresentou alteração entre grupos e nos grupos ao longo da fase experimental ( $P > 0,05$ ). A obtenção desses resultados evidencia que as soluções eletrolíticas testadas não ocasionaram desequilíbrio ácido base importante, mesmo a SEPCa que gerou o aparecimento de alcalose metabólica discreta reversível, não apresentou intensidade suficiente que desencadear o mecanismo de compensação renal. Comprovando que alcalose metabólica teve pequeno efeito sobre a homeostase dos animais. Apesar da mensuração do pH urinário ser utilizada com frequência para se avaliar a condição ácido base dos animais quando não se dispõe de outras análises, Kaneko et al. (2008) recomendam cautela ao empregar este parâmetro com esta finalidade, pois segundo eles existem muitos fatores que podem mascarar os resultados.

## 5.7. Conclusão

As soluções eletrolíticas enterais de manutenção contendo glicerol (SEGlic) ou propilenoglicol (SEProp) testadas no presente ensaio quando administradas em fluxo contínuo pela via nasorruminal não promoveram alterações no equilíbrio ácido base, podendo ser empregadas, com segurança, na hidratação enteral de manutenção em bovinos adultos. Enquanto a solução eletrolítica enteral de manutenção contendo propionato de cálcio (SEPCa) ocasionou o aparecimento de alcalose metabólica discreta reversível, o que torna o seu uso contra-indicado em animais com alcalose metabólica.

## 5.8. Conflitos de Interesse

Os autores declaram não haver qualquer conflito de interesse.

## 5.9. Agradecimentos

À Biobrotas Olequímica, pelo fornecimento do glicerol utilizado no experimento. Ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa pelo apoio financeiro para realização deste projeto.

## Referências bibliográficas

- CARLSON, G.P. Fluid, electrolyte, and acid-base balance. In: DiBARTOLA, S.P. **Clinical biochemistry of domestic animals**. San Diego: Academic, 1997. P.485-516.
- CARLSON, G.P.; BRUSS, M. Fluid, electrolyte and acid-base balance. In: KANEKO, J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6.ed. London: Academic Press, 2008. p.529-559.
- CONSTABLE, P. Fluid and electrolyte therapy in ruminants. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 19, n. 3, p. 557-597, 2003.
- CONSTABLE, P.D. Clinical assessment of acid-base status: strong ion difference theory. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 15, n. 3, p. 447-471, 1999.
- DeMORAIS, H.S.A.; DiBARTOLA, S.P. Mixed acid-base disorders. Part I: Clinical approach **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v.15, p.1619-1626, 1993.
- DiBARTOLA, S.P. Introduction to acid-base disorders. In: DiBARTOLA, S. P. **Fluid, Electrolyte, and Acid-base Disorders in Small Animal Practice**. 4th ed. St. Louis: Elsevier Saunders 2012; pp. 231-252.

DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.D.; STÖBER, M. **Rosenberger: Exame Clínico dos Bovinos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 1993, 419p.

FERRARO, S.M., MENDOZA, G.D., MIRANDA, L.A.; GUTIÉRREZ, C.G. In vitro gas production and ruminal fermentation of glycerol, propylene glycol and molasses. **Animal Feed Science and Technology**, v. 154, n. 1-2, p. 112-118, 2009.

GOSSETT, K.A.; CLEGHORN, B.; ADAMS, R.; CHURCH, G.E.; MCCOY, D.J.; CARAKOSTAS, M.C.; FLORY, W. Contribution of whole blood L-lactate, pyruvate, D-lactate, acetoacetate, and 3-hydroxybutyrate concentrations to the plasma anion gap in horses with intestinal disorders. **American journal of veterinary research**, v. 48, n. 1, p. 72-75, 1987.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. Clinical biochemistry of domestic animals. 6th ed. San Diego: Academic Press, 2008.

LEAL, M.L.R.; MORI, C.S.; ORTOLANI, E.L. Estudo da capacidade alcalinizante de tampões metabolizáveis em bovinos sadios. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 4, p. 965-970, 2007.

NAYLOR, J.M.; FORSYTH, G.W. The alkalinizing effects of metabolizable bases in the healthy calf. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 50, n. 4, p. 509, 1986.

RADOSTITS, O.M.; GAY, C.C.; HINCHCLIFF, K.W.; CONSTABLE, P.D. **Veterinary Medicine: a textbook of diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats**. 10 ed. Saunders Elsevier, Philadelphia. 2007. 2156p.

RIBEIRO FILHO, J.D. Soluções eletrolíticas com baixa osmolaridade são eficazes na hidratação enteral. **Veterinária e Zootecnia**, v.18, supl, p.47-50, 2011.

RIBEIRO FILHO, J.D.; GIMENES, A.M.; FONSECA, E.F.; DANTAS, W.M.F.; OLIVEIRA, T.T. 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.

ROUSSEL, A.J. Fluid therapy in mature cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 30, n. 2, p. 429-439, 2014.

ROUSSEL, A.J.; COHEN, N.D.; HOLLAND, P.S.; TALIAFERRO, L.; GREEN, R.; BENSON, P.; NAVARRE, C.B.; HOOPER, R. N. Alterations in acid-base balance and serum electrolyte concentrations in cattle: 632 cases (1984-1994). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 212, n. 11, p. 1769-1775, 1998.

SMITH, B.P. **Large animal internal medicine**, 5th ed. Elsevier Mosby, St. Louis, 2015; 2024p.

STEWART, R. H. Considerations in fluid and electrolyte therapy. In: REED, S. M.;  
BAYLY, W. M. **Equine internal medicine**. Philadelphia: Saunders, 1998. p.192-198.

## **6. CONCLUSÃO GERAL**

A técnica de hidratação enteral em fluxo contínuo é bem tolerada por bovinos. As soluções eletrolíticas propostas foram capazes de expandir a volemia sem induzir o aparecimento de distúrbios hidroeletrólíticos. O propionato de cálcio e o propilenoglicol são os precursores com maior potência glicemiante. As soluções com glicerol e propilenoglicol não induziram distúrbio ácido base e são as mais seguras para serem utilizadas na terapia de manutenção de fluido.

## 7. ANEXOS

**Anexo 1** – Valores de referência dos biomarcadores fisiológicos e do hemograma de bovinos.

| Parâmetro                           | Valor de referência | Fonte                       |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Biomarcadores fisiológicos          |                     |                             |
| Frequência cardíaca                 | 60-80 bpm           | Feitosa, 2004               |
| Frequência respiratória             | 10-30 mpm           |                             |
| Temperatura retal                   | 37,8-39,2 °C        |                             |
| Movimentos ruminais                 | 3-6 / 3min.         |                             |
| Hemograma                           |                     |                             |
| Hemácias 10 <sup>6</sup> /μL        | 4,1-11,4            | Birgel Júnior et al., 2001a |
| Hemoglobina g/dL                    | 7,4-15,7            |                             |
| Volume Globular %                   | 25-42               |                             |
| VCM fL                              | 31,4-75,0           |                             |
| HCM pg                              | 9,7-26,3            |                             |
| CHCM g/dL                           | 27,6-49,1           | Weiss, D.J. & Wardrop, 2010 |
| RDW %                               | 16-20               |                             |
| Plaquetas 10 <sup>3</sup> céls./ μL | 160-650             |                             |
| Leucócitos 10 <sup>3</sup> cels./μL | 5.000-20.300        |                             |
| Linfócitos cels./μL                 | 3.250-7.458         |                             |
| Neutrófilos cels./μL                | 180-9384            | Birgel Júnior et al., 2001b |
| Bastonetes cels./μL                 | 0-896               |                             |
| Monócitos cels./μL                  | 0-732               |                             |
| Eosinófilos cels./μL                | 0-2.318             |                             |
| Basófilos cels./μL                  | 0-552               |                             |

FEITOSA, F.L.F. **Semiologia veterinária**. A arte do diagnóstico. São Paulo: Roca, 2004. 792p.

WEISS, D.J.; WARDROP, J.K. **Schalm's veterinary hematology**. Iowa:Blackwell, 2010.1232p.

BIRGEL JUNIOR, E.H.; D'ANGELINO, J.L.; BENESI, F.J.; BIRGEL, E. H. Valores de referência do leucograma de bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 38, n. 3, p. 136-141, 2001b.

BIRGEL JUNIOR, E.H.; D'ANGELINO, J.L.; BENESI, F.J.; BIRGEL, E. H. alores de referência do eritrograma de bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 53, n. 2, 2001a.

**Anexo 2 – Valores de referência para a bioquímica sérica e hemogasometria em bovinos.**

| <b>Parâmetro</b>                 | <b>Valor de referência</b> | <b>Fonte</b>    |
|----------------------------------|----------------------------|-----------------|
| <b>Bioquímica sérica</b>         |                            |                 |
| Sódio mMol/L                     | 132-152                    | Smith, 2015     |
| Potássio mMol/L                  | 3,9-5,8                    | Smith, 2015     |
| Cloreto mMol/L                   | 97-111                     | Smith, 2015     |
| Cálcio total mg//dL              | 9,7-12,4                   | Kaneko, 2008    |
| Magnésio mg/dL                   | 1,8-2,3                    | Kaneko, 2008    |
| Fósforo mg/dL                    | 5,6-6,5                    | Smith, 2015     |
| Uréia mg/dL                      | 10-24                      | Smith, 2015     |
| Creatinina mg/dL                 | 1,0-2,0                    | Kaneko, 2008    |
| Glicose mg/dL                    | 45-75                      | Kaneko, 2008    |
| Lactato mg/dL                    | 5-20                       | Kaneko, 2008    |
| Proteínas plasmáticas<br>mg/dL   | 6,7-7,5                    | Kaneko, 2008    |
| Osmolaridade mOsm/L              | 270-300                    | Smith, 2015     |
| <b>Hemogasometria</b>            |                            |                 |
| pH                               | 7,31-7,53                  | Smith, 2015     |
| Excesso de base mEq/L            | 0-6                        | Constable, 1999 |
| Bicarbonato mEq/L                | 17-28                      | Smith, 2015     |
| pCO <sub>2</sub> mm hg           | 35-45                      | Constable, 1999 |
| Ânio GAP mEq/L                   | 14-20                      | Constable, 1999 |
| Diferença de íons forte<br>mEq/L | 38-46                      | Constable, 1999 |

SMITH, B.P. **Large animal internal medicine**, 5th ed. Elsevier Mosby, St. Louis, 2015; 2024p.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestics animals**. 6th ed. San Diego: Academics Press, 2008.

CONSTABLE, P.D. Clinical assessment of acid-base status: strong ion difference theory. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 15, n. 3, p. 447-471, 1999.



### Anexo 3 – Relatório fotográfico







