

SAMUEL RODRIGUES ALVES

**HIDRATAÇÃO ENTERAL POR VIA NASORRUMINAL COM
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CLORETO EM BOVINOS
ADULTOS**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2018

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

T

A474h
2018
Alves, Samuel Rodrigues, 1983-
Hidratação enteral por via nasorruminal com diferentes
concentrações de cloreto em bovinos adultos / Samuel Rodrigues
Alves. – Viçosa, MG, 2018.
xiii, 49 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: José Dantas Ribeiro Filho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 44-47.

1. Vacas. 2. Alcalose. 3. Cálcio. 4. Eletrólitos.
5. Bioquímica. 6. Solução (Química). I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Veterinária. Programa de
Pós-Graduação em Medicina Veterinária. II. Título.

CDD 22. ed. 636.2

SAMUEL RODRIGUES ALVES


**HIDRATAÇÃO ENTERAL POR VIA NASORRUMINAL COM
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CLORETO EM BOVINOS
ADULTOS**

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

APROVADA: 27 de julho de 2018.


Yané Fabres Robalana Sanceler da Silva


Fabricio Luciani Valente


Marcel Ferreira Bastos Avanza
(Coorientador)


José Dantas Ribeiro Filho
(Orientador)

Dedico à minha família pelo apoio e amor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelos desafios colocados em minha trajetória de vida. O amadurecimento não vem com calma, mas com as intempéries que atravessamos.

A meus pais (Nonato e Cristina) e minhas irmãs (Bethânia e Bruna), que sempre lutaram ao meu lado. Nossa família é exemplo de união e mostraram como me amavam nos momentos em que mais precisei.

A minha vó (Irene) e minhas tias (Sandra e Soninha) que na alegria do nosso convívio sempre fizeram meu descanso completo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Dantas Ribeiro Filho, pelo exemplo de pessoa, profissionalismo e confiança depositada em mim.

A Rosi por ser um anjo em minha vida. Não existe medidas para gratidão que eu tenho por você!

Aos professores Fabrício e Yamê que contribuíram com seus conhecimentos para elaboração e concretização desta dissertação.

Ao professor Marcel pela ajuda no desenvolvimento do projeto, pelo companheirismo e amizade em tão pouco tempo de convívio.

Aos meus amigos Pedro, Caio e Micheline que me ensinaram os caminhos das pedras. Fizeram muito mais fácil meu caminho e me incentivaram o quanto puderam.

Às minhas eternas companheiras Lorena e Lidiany, que sempre presentes, se fazem essenciais na minha vida! Amo vocês! Vocês foram meus pilares na construção deste marco pessoal.

Aos meus companheiros de trabalho e laboratório Paulo Cesar, Gabi, Mirian, Felipe e Tiago que me auxiliaram no desenvolvimento do experimento.

Aos parceiros Fapemig, programa de pós-graduação em medicina veterinária da UFV, Sulfal e Bioclin Quibasa pelo fornecimento de meios para realização do experimento.

Agradeço a Universidade Federal de Viçosa, que considero minha segunda casa, onde pude desenvolver os conhecimentos necessários para meu crescimento profissional e pessoal.

Muito obrigado a todos!

“A persistência é o caminho do êxito.”

(Charles Chaplin)

BIOGRAFIA

Samuel Rodrigues Alves, filho de Raimundo Nonato de Andrade Alves e Maria Cristina de Castro Rodrigues Alves, nasceu no dia 08 de abril de 1983 na cidade de Conselheiro Lafaiete, Minas Gerais, Brasil.

Graduou-se em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) em janeiro de 2010. Concluiu o curso de especialização *lato sensu* em Clínica e Cirurgia de Grandes Animais do Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa em março de 2011.

Trabalhou no laboratório de análises clínicas veterinária Santé, em Brasília no segundo semestre de 2011. Durante o ano de 2012, trabalhou como interno em clínica, cirurgia e reprodução de equinos no Hospital de Equinos “The Equine Center”, Califórnia, Estados Unidos da América.

No ano de 2013, trabalhou como professor universitário para o curso de medicina veterinária, ministrando as disciplinas de clínica e cirurgia de grandes animais no Centro Universitário de Desenvolvimento do Centro-Oeste (UNIDESC), em Luziânia, Goiás, Brasil. Trabalhou como professor de clínica e cirurgia de grandes animais para o curso de medicina veterinária da União Pioneira de Integração Social (UPIS) de julho de 2014 a julho de 2016, em Planaltina, Goiás, Brasil.

Em agosto de 2016, ingressou no curso de Mestrado em Medicina Veterinária no Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* da Universidade Federal de Viçosa (UFV), sob orientação do Professor Doutor José Dantas Ribeiro Filho, concentrando os estudos em Hidratação de Grandes Animais.

Em 27 de julho de 2018, submeteu-se a defesa de dissertação para obtenção do título de *Magister Scientiae* em Medicina Veterinária.

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE ABREVIATURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. Benefícios da hidratação enteral	2
2.2. Hidratação em bovinos	2
2.3. Soluções e equilíbrio ácido base	3
2.4. Eletrólitos e desequilíbrios	5
3. OBJETIVO	9
3.1. Objetivos específicos	9
4. MATERIAL E MÉTODOS	10
4.1. Comissão de ética	10
4.2. Local	10
4.3. Animais	10
4.4. Delineamento experimental	11
4.5. Avaliação física	13
4.6. Colheita de material biológico e avaliação laboratorial	14
4.7. Análise estatística	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5.1. Parâmetros fisiológicos	17
5.2. Bioquímica e eletrólitos séricos	26
5.3. Hemogasometria e equilíbrio ácido base	33
5.4. Parâmetros urinários	37
6. CONCLUSÃO	43
7. REFERÊNCIAS	44
8. ANEXOS	48

LISTA DE ABREVIATURAS

- %VP – Porcentagem do volume plasmático
- AI – Alimento ingerido
- CA – Circunferência abdominal
- Ca_{Ur} – Cálcio urinário
- cBase – Concentração de bases tituláveis
- Cl⁻ – Cloreto sérico
- Cl_{Ur} – Cloreto urinário
- Creat. – Creatinina sérica
- Creat_{Ur} – Creatinina urinária
- DIF – Diferença de íons fortes
- FC – Frequência cardíaca
- FR – Frequência respiratória
- GAP – Intervalo aniônico / Ânions GAP
- GLI – Glicose sérica
- HCO₃⁻ – Concentração de bicarbonato
- K⁺ – Potássio sérico
- K_{Ur} – Potássio urinário
- LAC – Lactato sérico
- LEC – Líquido extracelular
- LIC – Líquido intracelular
- Mg²⁺ – Magnésio sérico
- Mg_{Ur} – Magnésio urinário
- MR – Movimentos ruminais
- Na⁺ – Sódio sérico
- Na_{Ur} – Sódio urinário
- OSM – Osmolaridade sérica
- P – Fósforo sérico
- pCO₂ – Pressão parcial de dióxido de carbono

pH – Potencial hidrogeniônico
pH_{Ur} – Potencial hidrogeniônico urinário
PST – Proteínas séricas totais
SEaCa – Solução enteral com acetato de cálcio
SECaCl – Solução enteral com cloreto de cálcio
tCa – Cálcio total sérico
tCO₂ – Concentração de dióxido de carbono
UF – Umidade das fezes
Ur – Uréia sérica
Ureia_{Ur} – Uréia urinária
VA – Volume de água ingerido
VU – Volume urinário

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição dos animais nos tratamentos (<i>cross over</i> 6x2).....	11
Tabela 2: Composição mensurada das soluções fornecidas aos animais.....	12
Tabela 3: Análise bioquímica e método adotado para sua realização.....	15
Tabela 4: Média ± desvio padrão da frequência cardíaca (FC - bpm), frequência respiratória (FR – ciclos/minuto), temperatura retal (TR - °C), movimentos ruminais/5 minutos (MR), circunferência abdominal (CA - cm), volume urinário (VU – L), volume de água ingerida após hidratação (VA – L), alimento ingerido pós-hidratação (AI – kg), umidade das fezes (UF - %), hematócrito (Hct - %), proteínas séricas totais (PST – g/dL) e da porcentagem do volume plasmático (%VP) de vacas submetidas à hidratação enteral em fluxo contínuo com duas soluções eletrolíticas.....	20
Tabela 5: Média ± desvio padrão dos eletrólitos séricos sódio (Na ⁺ - mEq/L), potássio (K ⁺ - mEq/L), cloreto (Cl ⁻ - mEq/L), osmolaridade (OSM – mOsm/L) e cálcio total (tCa - mg/dL) de vacas submetidas à hidratação enteral em fluxo contínuo com duas soluções eletrolíticas.....	27
Tabela 6: Média ± desvio padrão dos eletrólitos séricos magnésio (Mg ²⁺ - mg/dL), fósforo (P – mg/dL), da glicose (GLI – mg/dL), lactato (LAC – mg/dL), ureia (Ur – mg/dL) e creatinina (Creat. – mg/dL) de vacas submetidas à hidratação enteral em fluxo contínuo com duas soluções eletrolíticas.....	31
Tabela 7: Média ± desvio padrão dos parâmetros hemogasométricos pH, pressão parcial de dióxido de carbono (pCO ₂ - mmHg), concentração de dióxido de carbono (tCO ₂ – mEq/L), concentração de bicarbonato (HCO ₃ ⁻ – mEq/L), excesso de base (cBase – mEq/L), ânion gap (GAP – mEq/L) e diferença de íons fortes (DIF – mEq/L) de vacas submetidas à hidratação enteral em fluxo contínuo com duas soluções eletrolíticas.....	34

Tabela 8: Média \pm desvio dos parâmetros urinários pH urinário (pH_{Ur}), densidade urinária (g/dL), sódio urinário (Na_{Ur} – mEq/L), potássio urinário (K_{Ur} – mEq/L), cloreto urinário (Cl_{Ur} – mEq/L), cálcio urinário (Ca_{Ur} – mg/dL), magnésio urinário (Mg_{Ur} - mg/dL), ureia urinária ($Ureia_{Ur}$ - mg/dL) e creatinina urinária ($Creat_{Ur}$ – mg/dL) de vacas submetidas à hidratação enteral em fluxo contínuo com duas soluções eletrolíticas.....38

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Animais alojados em baias no DVT/UFV (Fonte: Alves e Ribeiro Filho, 2018)12
- Figura 2** - Amostras sangue para plasma (Fluoreto/EDTA), soro e hemogasometria (Heparina lítio) (Fonte: Alves e Ribeiro Filho, 2018)14
- Figura 3** - Bovino adulto sendo hidratado pelo sistema de hidratação enteral por via nasorruminal em fluxo contínuo (Fonte: Alves e Ribeiro Filho, 2018)18

RESUMO

ALVES, Samuel Rodrigues, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2018. **Hidratação enteral por via nasorruminal com diferentes concentrações de cloreto em bovinos adultos.** Orientador: José Dantas Ribeiro Filho. Coorientadores: Marcel Ferreira Bastos Avanza e Rinaldo Batista Viana.

A hidratação enteral em medicina veterinária é uma prática comum para a restauração da homeostase do animal e que tem se mostrado tão eficiente quanto a hidratação parenteral. O objetivo desta pesquisa foi investigar os efeitos de duas soluções eletrolíticas enterais com diferentes concentrações de cloreto administradas por via nasorruminal em fluxo contínuo em bovinos adultos, submetidos a restrição hídrico-alimentar, sobre os parâmetros fisiológicos, eletrolítico e ácido base. Foram utilizadas seis vacas mestiças em um delineamento *cross over* 6x2, com idade média de três anos e meio, híginas, com peso médio de 450 kg. Os animais foram alojados em baias e permaneceram sob jejum alimentar e hídrico por 24 horas e posteriormente hidratados por oito horas por fluxo contínuo. Foram executados dois tratamentos com soluções balanceadas hipotônicas (190 mEq/L), um contendo acetato de cálcio e outro contendo cloreto de cálcio. Foram realizadas avaliações físicas, bioquímicas, urinárias e hemogasométricas em cinco tempos experimentais (T-24h, T0h, T4h, T8h e T24h). Os dados foram submetidos à estatística descritiva, bem como a análise de variância baseado em um planejamento fatorial de medidas repetidas com post hoc de Tukey para dados paramétricos ou ao Teste de Kruskal-Wallis com post hoc de Dunn's para os dados não paramétricos. O jejum hídrico-alimentar causou desidratação clínica nos animais, redução na frequência respiratória, temperatura retal e umidade das fezes, e promoveu aumento de ureia, osmolaridade sérica e pCO₂. A hidratação por oito horas foi capaz de expandir a volemia e aumentar a produção de urina. Observou-se também aumento no teor de umidade das fezes e da eliminação de Na⁺ e Cl⁻ na urina, redução do hematócrito, osmolaridade, pH sanguíneo, pH urinário e Mg urinário. No tratamento com cloreto de cálcio foi observada uma maior redução no valor do lactato plasmático, da tCO₂ e do HCO₃⁻. Ambas soluções são balanceadas e podem ser utilizadas como soluções de manutenção em bovinos adultos. A solução contendo cloreto de cálcio foi mais eficiente em causar os efeitos de acidificação desejados.

ABSTRACT

ALVES, Samuel Rodrigues, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2018. **Enteral fluid therapy by naso-ruminal route with different chloride concentrations in adult dairy cattle.** Advisor: José Dantas Ribeiro Filho. Co-Advisors: Marcel Ferreira Bastos Avanza and Rinaldo Batista Viana.

The enteral fluid therapy in veterinary medicine it has often utilized to achieve the restauration of the animal homeostasis and show itself as so efficient as parenteral fluid therapy. The aim of this study was investigate the effects of two electrolyte solutions with different chloride concentrations administered by naso-ruminal rout in continuous flow in adult cattle, submitted to food and water restrictions over the physiological, electrolytes and acid base parameters. Was used six adult cows half-breed Holstein, with mean age of three and half years, health and with the mean weight of 450 kg in a cross over 6x2 design. The animals were housed in stalls and were kept under food and water restriction for 24 hours and, posteriorly, hydrated for eight hours by continuous flow. Were executed two treatments with balanced hypotonic solutions (190 mEq/L) with calcium acetate or calcium chloride as calcium source. Were performed physical, biochemistry, urinary and hemogasometric evaluation in five different experimental times (T-24h, T0h, T4h, T8h e T24h). All data was submitted to descriptive statistics, as well as variance analysis based in a factorial planning of repetitive measures with Tukey's post hoc test for parametric data and Kruskal-Wallis's test with Dunn's post hoc test for non-parametric data. The restriction of food and water cause clinical dehydration in the animals, reduction of respiratory rate, rectal temperature and feces humidity, and promoted increase in urea, serum osmolarity and pCO₂. The hydration period of eight hours was capable of causing volemic expansion and increase of urine production. Was observed increase in feces humidity and of the excretion of Na⁺ and Cl⁻ in urine, reduction of PCV, osmolarity, blood pH, urinary pH and urinary Mg²⁺. Booth solutions are balanced and can be used as maintenance solution in adult cattle. The solution with calcium chloride was more efficient to cause the desired acidification effects in the animals.

1. INTRODUÇÃO

A alcalose metabólica é a alteração no equilíbrio ácido base mais comum de ser encontrada em bovinos adultos que apresentam afecções que alterem suas condições normais devido a inapetência e desidratação (Roussel, 2014). A correção ou atenuação deste desequilíbrio pode facilitar a convalescência destes pacientes.

É importante ressaltar que via de administração para hidratação enteral apresenta inúmeras vantagens em relação a administração parenteral como baixo custo, menor risco de infecções e maior conforto ao animal. Em bovinos podem ser utilizadas as vias ororruminal ou nasorruminal como acesso para sondagem. O procedimento de sondagem deve ser realizado por médicos veterinários treinados, pois durante o procedimento existe do risco de lesões e falsa via. Deve-se pensar que a passagem de sondas de grandes calibres é desconfortável aos animais e seu uso deve ser realizado somente quando for necessário.

O uso de sondas de pequeno calibre, flexíveis, não traumáticas por via nasorruminal vem sendo pesquisada e indicada para o uso em bovinos. O uso desta via de administração permite a aplicação de fluido em fluxo contínuo e possibilita que o animal se alimente e rumine enquanto é realizada a hidratação. Portanto, pelo mínimo estresse causado ao animal, este modelo de hidratação permite que o animal demonstre seu comportamento natural.

A utilização de exames laboratoriais como marcadores bioquímicos, concentração sérica de íons e a hemogasometria demonstra as condições do paciente e avalia a evolução clínica durante a terapia de hidratação. Estes exames, ainda pouco utilizadas hoje em dia, deveriam tornar-se rotina, apesar do aumento de custos ao cliente. No entanto, algumas afecções cursam com desequilíbrios hidroeletrolítico conhecidos e soluções predeterminadas podem ser instituídas para normalização da homeostase.

Soluções com diferentes concentrações de eletrólitos devem ser desenvolvidas para terapias específicas adequando-se às necessidades de cada paciente. Desta forma, o desenvolvimento de terapias acidificantes que não causem efeitos deletérios à bovinos adultos é importante.

Por conseguinte, o objetivo desta pesquisa constituiu avaliar os efeitos de duas soluções eletrolíticas enterais com diferentes concentrações de cloreto administradas

por via nasorruminal em fluxo contínuo em vacas adultas híginas submetidas a restrição hídrica-alimentar.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Benefícios da hidratação enteral

Por serem condições frequentes na rotina clínica, a avaliação dos desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base são componentes indispensáveis no exame de animais enfermos, sendo a correção destes desequilíbrios prioridade para o sucesso da terapia a ser empregada visando o reestabelecimento da homeostase (Carlson e Bruss, 2008).

A água é importante para que ocorram as funções fisiológicas do organismo. Desta forma, ela é a substância mais importante do organismo dos mamíferos, podendo ser responsável por até 60% do peso corporal. Ela está dividida em compartimentos no organismo animal e estes são denominados de líquido extracelular (LEC) e líquido intracelular (LIC). Destes, clinicamente, temos acesso rotineiramente a análise do LEC, que está subdividido em três compartimentos: o plasma, fluido intersticial e fluido transcelular. Portanto, variações nestes compartimentos podem ser aferidos na rotina da patologia clínica, além de auxiliar no diagnóstico da enfermidade e na correção do distúrbio hidroeletrólítico (Dukes e Rece, 2006).

Independentemente da origem, para a correção da desidratação e dos distúrbios eletrólíticos e ácido base, a hidratação deve ser a prática terapêutica adotada (Constable, 2003a). Além disso, auxilia na manutenção do débito cardíaco e melhora a perfusão tecidual. Deste modo, a hidratação precisa ser planejada racionalmente para que se possa suprir e antecipar as deficiências específicas do paciente, que podem mudar ao longo do tratamento (Speirs e Wrigley, 1997).

2.2 Hidratação em bovinos

Em ruminantes, as vias de administração de fluidos mais utilizadas são a intravenosa e a ororruminal (Constable, 2003a; Ribeiro Filho et al., 2013). A via parenteral (intravenosa) é indispensável nos casos de desidratação intensa, com risco de choque hipovolêmico e nos casos de sepse, por exemplo, pois permite a rápida infusão do líquido de reposição (Constable, 2003a; Ribeiro Filho et al., 2011). Esta via, no entanto, requer cuidados minuciosos com a observação permanente do paciente, a manipulação das soluções e colocação do cateter venoso, o que aumenta o

risco de contaminação sistêmica, além disso, necessita de soluções estéreis, o que aumenta o custo do tratamento (Ribeiro Filho et al., 2011).

A hidratação enteral é uma alternativa eficaz à via parenteral e consiste na administração de soluções eletrolíticas por meio de sonda ororruminal ou nasorruminal (Ribeiro Filho et al., 2011). É uma via amplamente empregada na clínica de ruminantes devido a facilidade da técnica, a possibilidade de administração de grandes quantidades de solução eletrolítica no rúmen e dispensam esterilização (Constable, 2003a; Ribeiro Filho et al., 2011). O custo da hidratação enteral é um fator que contribui muito para a disseminação e adoção da técnica entre os clínicos que atendem fora das dependências de um hospital veterinário (Ribeiro Filho et al., 2011).

A deposição direta de soluções eletrolíticas no rúmen possibilita a formação de uma reserva de água e eletrólitos, que sustenta uma absorção contínua destes elementos por um determinado tempo (Constable, 2003a). Uma desvantagem da via ororruminal é a distensão abdominal, seguida de desconforto causada pela grande quantidade de fluido depositada em uma única vez no rúmen (Ribeiro Filho et al., 2011), o risco de lesão de faringe e esôfago além do estresse provocados pelas sucessivas sondagens necessárias nessa modalidade terapêutica (Ribeiro Filho et al., 2013).

Uma alternativa a via oral clássica, é a hidratação enteral via nasorruminal, por meio de sonda de pequeno calibre. Esta via já é utilizada com sucesso, em equinos (Avanza et al., 2009; Ribeiro Filho et al., 2014), bovinos (Ribeiro Filho et al., 2011; Ribeiro Filho et al., 2013), caprinos (Atoji-Henrique et al., 2012) e bubalinos (Ermita et al., 2016).

Além das vantagens da hidratação enteral, esta técnica permite a infusão da solução eletrolítica de forma lenta e contínua (Ribeiro Filho et al., 2011). Como a sonda utilizada tem pequeno diâmetro externo, a sondagem é facilitada, logo, o incômodo provocado ao animal pela passagem e presença da sonda é mínimo, não impedindo o acesso e a ingestão de alimentos pelo paciente (Atoji-Henrique et al., 2012; Ribeiro Filho et al., 2013).

2.3. Soluções e equilíbrio ácido base

Uma condição importante a considerar é a osmolaridade da solução a ser empregada durante a hidratação do paciente. Define-se osmolaridade como sendo o número de osmoles (partículas que exercem determinada pressão osmótica) em um

litro de solução e deve ser mensurada no soro, preferencialmente, pois a presença do anticoagulante pode causar alterações na medição. As alterações promovidas nas osmolaridades das soluções de reidratação, são advindas principalmente, de modificações na quantidade de sódio e/ou glicose, presentes na formulação. Logo, soluções hipotônicas costumam disponibilizar menores quantidade destes elementos ao paciente, ou seja, nas soluções hipotônicas a quantidade de sódio e glicose disponibilizados costumam ser menores (DiBartola, 2012).

Como exemplo, temos a solução padrão de reidratação oral da World Health Organization, cuja primeira solução (hipertônica: 311 mOsm/L) detinha 90 mEq/L de sódio e 111 mEq/L de glicose, enquanto que a nova solução (hipotônica: 245 mOsm/L) apresentava uma mistura equimolar de 75 mEq/L de sódio e glicose. A expansão plasmática causada pela solução enteral hipotônica acontece mais rápido, o que leva a melhora do paciente de forma eficaz (WHO, 2014).

Nos ruminantes, as necessidades intrínsecas de cada faixa etária variam de modo a tornar inapropriado o mesmo tratamento, quando este é aplicado em animais de diferentes idades. Em animais adultos, a utilização de soluções eletrolíticas de baixa osmolaridade (hipotônicas) tem sido predominante e tem apresentado resultados satisfatórios, enquanto que em animais jovens, fontes de energia devem ser associadas às soluções a fim de corrigir problemas de glicemia sanguínea (Constable, 2003a; Atoji-Henrique et al., 2012; Ribeiro Filho et al., 2013).

A correção dos desequilíbrios ácido base é muito estudada em pacientes humanos e veterinários. Estes também ocorrem fisiologicamente em animais submetidos a elevadas cargas de exercício para maximização de desempenho atlético, do crescimento corporal ou sobre efeitos debilitantes de doenças (Galla, 2000; Kline et al., 2005).

A acidose metabólica é relativamente comum em pacientes críticos, podendo ocorrer por aumento de ácidos orgânicos não voláteis ou perda de bicarbonato. A presença de acidose metabólica pode induzir um quadro de hiperventilação para diminuir a pressão parcial de dióxido de carbono. Porém, a perda crônica de dióxido de carbono acaba por diminuir a concentração total de dióxido de carbono e, desta forma, diminui a concentração de íons bicarbonato, podendo corroborar para manutenção da acidose (DiBartola, 2012).

Atualmente, algumas substâncias de potencial alcalinizante têm sido empregadas com o objetivo de debelar ou controlar a acidose metabólica, como a

administração de bicarbonato de sódio. Este tem sido investigado e pode ser utilizado para reduzir ou evitar acidose metabólica causada por exercício. A alcalose metabólica gerada pelo bicarbonato pode durar de 8 a 12 horas após a infusão. No entanto, a administração errônea de bicarbonato de sódio pode gerar desequilíbrios eletrolíticos como hipocalemia, hipocalcemia e hipernatremia (Kline et al., 2005) principalmente quando feito empiricamente, sem o respaldo de resultados laboratoriais.

Outra substância utilizada como um agente alcalinizante é o acetado de sódio, que é geralmente utilizado como substrato para nutrição e para correção de acidose metabólica em pacientes submetidos à hemodiálise. A oxidação ou metabolização de íons acetato gera bicarbonato como seu produto final, tendo um efeito alcalinizante final. O uso de acetato para geração de alcalose metabólica gera resultados similares ao bicarbonato sobre o organismo. O uso concentrações de acetato de sódio menores que 2g por litro de solução não tem efeitos alcalinizantes (Kline et al., 2005).

Mais de 50% dos ruminantes adultos que chegam a hospitais para tratamento clínico apresentam alcalose metabólica, normalmente causada por alterações de esvaziamento abomasal. Soluções ricas em K^+ e Cl^- são indicadas para a correção destes desequilíbrios (Roussel, 2014).

2.4. Eletrólitos e desequilíbrios

Alterações na concentração plasmática de cloreto cursam com distúrbios no equilíbrio ácido base orgânico, devido a sua ação indireta na concentração plasmática de bicarbonato. Hiperclorêmia causa acidose devido à diminuição da concentração de bicarbonato sanguíneo. Esta é uma tendência de compensação de cargas negativas no LEC, na tentativa de manter a eletroneutralidade de cargas. Desta forma, soluções ricas em cloretos (DIF menor que 25 mEq/L) devem ser utilizadas com parcimônia, e são normalmente prescritas na correção por perdas deste eletrólito, ou em afecções que gerem alcalose metabólica, como ocorre em distúrbios gastrointestinais que cursam com sequestro de líquidos para dentro do abomaso, por exemplo. Da mesma forma, a correção da hiperclorêmia deve ser realizada com soluções pobres em cloretos (DIF maior que 25 mEq/L) ou ricas em bicarbonato de sódio (Constable, 2003b).

Hipocalemia ocorre frequentemente em afecções que afetam bovinos leiteiros como deslocamentos de abomaso, retardo no esvaziamento abomasal, hiperinsulinemia e hiperglicemia, perda pelo leite (1,4 g/L de leite), ativação do sistema nervoso simpático e resposta renal à aldosterona. Em bovinos leiteiros, devido

a pequena massa muscular, acaba por ter uma pequena reserva tecidual de potássio. Muitas vezes, a diminuição de potássio no LEC acontece concomitante a hipocloremia, normalmente relacionada a diminuição da reabsorção intestinal devido à redução do esvaziamento abomasal (Constable et al., 2013). Administração oral de cloreto de potássio (KCl) pode ser necessário, muitas vezes por mais de um dia para corrigir as concentrações plasmáticas normais de potássio e cloreto de bovinos de leite, quando estes se apresentam em hipocalemia (Constable et al., 2014). A alcalose metabólica diminui a concentração plasmática de potássio, devido a troca intracelular com íons hidrogênio (Kline et al., 2005).

Alguns autores acreditam que devido ao aumento da avidéz do organismo por sódio a fim de controlar o processo de redução do volume plasmático, este eletrólito pode ser trocado com maior eficiência por prótons para o lúmen tubular, e, desta forma, gerar uma alcalose metabólica de contração no indivíduo. Esta pode ocasionar uma acidose respiratória de compensação (Garella et al., 1975).

A teoria de “alcalose de contração” é questionada por outros autores, que afirmam que esta pode ser causada por hipocloremia. Isto acontece quando há redução de volume plasmático ou administração de soluções hipoclorêmicas. Estudos de segmentos de néfrons sugerem que proteínas nos ductos coletores corticais do néfron fazem a troca de íons cloretos provenientes do fluido tubular para o meio intracelular por bicarbonato. Desta forma, em organismos normais, esta bomba de cloreto/bicarbonato gera prótons. Quando existe uma depleção de volume ou administração de soluções hipoclorêmicas, esta proteína deixa de eliminar bicarbonato, pois cloreto não está disponível na luz tubular e, deste modo, existe uma acumulação de bicarbonato, causando uma alcalose metabólica (Luke e Galla, 2012). Por tanto, os autores sugerem a presença de alcalose metabólica associada a níveis de desidratação subclínicas ou iniciais.

A mensuração do ânion gap (GAP), definido pelo somatório de cátions menos os ânions mensuráveis $[(Na^+ + K^+) - (Cl^- + HCO_3^-)]$ pode ser utilizada para diagnosticar acidose metabólica, com exceção para alguns tipos de acidose como acidose hiperclorêmica (DiBartola, 2012).

Para aferição de acidose ou alcalose metabólica, também pode ser utilizada a mensuração da diferença de íons fortes (DIF). A mensuração da DIF responde a maior parte dos distúrbios ácido base, pois a variação destes íons corresponde às alterações de concentração total de dióxido de carbono (tCO_2) e de ácidos fracos e substâncias

tamponantes não voláteis totais (A_{tot}) (Constable, 2014). Constable et al. (2005) demonstraram que mais de 70% da variação observada no pH sanguíneo é decorrente de alterações nos íons forte. O cálculo simplificado da DIF pela determinação dos íons fortes mais importantes do plasma é dado pela seguinte fórmula: $DIF = (Na^{++} + K^{+}) - (Cl^{-})$. Alterações nos valores da DIF podem indicar acidose e aumento alcalose. Soluções com DIF menores que 25 mEq/L serão sempre acidificantes e com valores maiores que 25 mEq/L serão sempre alcalinizantes (Constable, 2014).

Desordens na concentração de sódio frequentemente causam distúrbios na homeostase hídrica corporal. Hipernatremia normalmente ocorre quando há uma desidratação hipertônica (perda aguda de água) por privação hídrica, sudorese ou quando o animal ingere forçadamente soluções ou pastas ricas em sódio. Hiponatremia irá ocorrer por perdas agudas de sódio em casos de diarreia ou por ingestão forçada de grandes quantidades de água causando uma diluição do LEC. Estas desordens, principalmente a hiponatremia, podem levar ao óbito do animal por edemas intersticiais e celulares, podendo levar os animais a apresentarem sinais neurológicos. (DiBartola, 2012).

O fósforo é um eletrólito predominantemente presente no LIC e sua concentração no LEC é baixa, desta forma, a avaliação acurada da fosfatemia em ruminantes pode ser um desafio. Ele desempenha papel importante em tecidos estruturais como ossos e dentes, possui atividade tampoadaptante importante no LIC e LEC, é usado como fonte de armazenamento de energia (ATP) e participa da formação dos ácidos nucleicos. Alterações na concentração de fosfatos pode acarretar desequilíbrios eletrolíticos e ácido base (Grümberg, 2014). Uma das principais fontes de fosfato para o LEC é o consumo de ATP para produção de energia durante o metabolismo energético celular (Nelson et al., 2008). A hiperfosfatemia crônica tem efeito relevante no metabolismo do cálcio, pois age inibindo a hidroxilação renal da Vitamina D, o que reduz a absorção final de cálcio no intestino. Principalmente nos estágios finais de gestação, aumentos de fósforos na dieta aumentam consideravelmente as chances de ocorrer hipocalcemia puerperal em vacas adultas e diminuem a absorção de magnésio, podendo contribuir para o aparecimento desta síndrome (Grümberg, 2014).

Cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) apresentam papéis similares no LEC e distintas no LIC. Apesar da regulação diferente, eles apresentam características de absorção e manutenção da concentração no plasma similares. Em bovinos,

principalmente bovinos leiteiros, a diminuição na concentração de Ca^{2+} e Mg^{2+} estão associados a presença de quadros de “febre do leite” e “tetania das pastagens”. A febre do leite é uma doença metabólica não degenerativa caracterizada pela hipocalcemia pós-puerperal e pode estar associada em seus primeiros estágios a hipomagnesemia (Martín-Tereso e Martens, 2014). Mecanismos de controle de cálcio e magnésio são importantes em produção de bovinos de leite, pois através de alteração nas suas concentrações plasmáticas inúmeros problemas são desencadeados. Desta forma, a restituição de fontes de Ca^{2+} e Mg^{2+} durante a terapia de hidratação é importante em bovinos adultos. Alcalose metabólica aumenta a avidéz das proteínas carreadoras por cálcio ionizado plasmático, diminuindo a disponibilidade deste no plasma e podendo causar sinais clínicos de hipocalcemia nos animais (Kline et al., 2005). A alcalose metabólica também diminui o efluxo ósseo de cálcio para corrente sanguínea, estimulando osteoblastos a formar matriz óssea e síntese de colágeno diminuindo a ação osteoclástica (Bushinsky, 1996).

Desta forma, as desordens ocasionadas pelos desequilíbrios hidroeletrolíticos e ácido base podem, em sua maioria, ser revertidos com adequada administração de soluções eletrolíticas.

3. OBJETIVO

Avaliar e comparar os efeitos de duas soluções eletrolíticas enterais com diferentes concentrações de cloreto administradas por via nasorruminal em fluxo contínuo em bovinos adultos hígidos submetidos a restrição hídrica-alimentar.

3.1 Objetivos Específicos

- Descrever o comportamento dos animais frente à utilização da sonda nasorruminal e à terapia de hidratação em fluxo contínuo;
- Determinar os efeitos das soluções eletrolíticas administradas na dose de 15 mL/kg/h em fluxo contínuo sobre os parâmetros físicos, bioquímico e ácido base dos animais durante oito horas;
- Observar o efeito reflexo na urina dos elementos eletrolíticos e ácido base frente a administração de soluções eletrolíticas enterais com diferentes concentrações de cloreto.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Aspectos éticos

O delineamento experimental deste estudo foi desenvolvido respeitando-se as Normas de Condutas no Uso de Animais em Ensino, Pesquisa e Extensão, do Código de Ética Profissional do Médico Veterinário, os princípios éticos para pesquisa animal estabelecidos pela Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório (SBCAL), e a Legislação brasileira vigente, sendo aprovado perante a Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UFV sob o número de protocolo 34/2018.

4.2 Local

O experimento foi realizado nas dependências do Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa – DVT/UFV, Avenida PH Rolfs, s/nº Campus Universitário (Latitude -20,769163 e longitude -42,853809). Durante a fase experimental as médias de temperatura e umidade com os respectivos desvios padrões foram: temperatura máxima de $24,7^{\circ}\text{C}\pm 1,37$, temperatura mínima de $13,5^{\circ}\text{C}\pm 3,89$ e umidade relativa do ar média de 75,4% segundo o boletim meteorológico (UFV, 2018).

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário do DVT/UFV.

4.3 Animais

Foram utilizadas seis vacas mestiças, provenientes de uma propriedade particular de produção de leite extensiva de Coimbra-MG. Todas as vacas eram multíparas, com idade média de três anos e meio, variando entre 2ª a 4ª cria e estavam com período gestacional variando do 4º ao 6º mês. Nenhum dos animais estava em período de lactação. Os animais apresentavam peso corporal médio de 450 kg e foram consideradas saudáveis com base no exame físico e hemograma. Os animais foram desverminados com doramectina injetável na dose de 0,2mg/kg por via subcutânea (Radostits et al., 2007) 10 dias antes de serem transportadas para as baias do DVT/UFV. Na propriedade de origem os animais eram mantidos em manejo extensivo, em pasto de Capim Colonião (*Panicum maximum*), com fornecimento de sal mineral balanceado para bovinos adultos e não recebiam qualquer tipo de concentrado.

4.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o cross-over (6x2), onde os seis animais foram submetidos aos dois tratamentos propostos, com intervalo de 7 dias entre estes, como descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição dos animais nos tratamentos (*cross over* 6x2)

Semana	Dia	Animais e Tratamentos
1 ^a	1º(segunda-feira)	1 SEACa – 2 SECaCl
	2º(quarta-feira)	3 SEACa – 4 SECaCl
	3º(sexta-feira)	5 SEACa – 6 SECaCl
2 ^a	4º(segunda-feira)	1 SECaCl – 2 SEACa
	5º(quarta-feira)	3 SECaCl – 4 SEACa
	6º(sexta-feira)	5 SECaCl – 6 SEACa

Para realização do estudo, os animais foram alojados em três baias 4x5m, sendo colocados aleatoriamente dois bovinos por baia para separação do grupo experimental, para facilitação de manejo, ambientação dos animais e diminuição do estresse. Elas foram aclimatadas e adaptadas antes do período de estudo por 7 dias. Nas baias existiam dois comedouros para diminuir a competição por alimento e um cocho de água de alvenaria. As vacas foram alimentadas com Capim Napier (*Pennisetum purpureum*; 6,5% de proteína bruta) picado *ad libitum*, concentrado para bovinos adultos com 18% de proteína (1kg /dia /animal) e sal mineral para bovinos adultos *ad libitum* (NRC, 2001). As baias tinham cama de serragem de madeira, trocada e limpa todos os dias e eram cobertas e protegidas da insolação direta e da chuva. Durante o período de jejum os animais não receberam alimento nem água por 24 horas. Durante o fornecimento das soluções eletrolíticas enterais os animais foram mantidos em baias individuais com as mesmas características estruturais (Figura 1).



Figura 1 – Animais alojados em baias no DVT/UFV (Fonte: Alves e Ribeiro Filho, 2018).

Os animais foram avaliados nos seguintes tempos: T-24h – Início do jejum hídrico e alimentar; T0h – imediatamente antes do início da hidratação; T4h – quatro horas de hidratação; T8h – oito horas de hidratação e término da hidratação; T24h – vinte e quatro horas após o início da hidratação e 16 horas após o término.

Os tratamentos empregados foram: Tratamento **SEACa** (n = 6): 4 g de cloreto de sódio, 1 g de cloreto de potássio, 0,5 g de cloreto de magnésio, 2g de acetato de cálcio e água (q.s.p) 1000 mL (Osmolaridade mensurada = 190 mOsm/L; DIF mensurada = -0,8 mEq/L); Tratamento **SECaCl** (n = 6): 4 g de cloreto de sódio, 1 g de cloreto de potássio, 0,5 g de cloreto de magnésio, 2g de cloreto de cálcio e água (q.s.p) 1000 mL (Osmolaridade mensurada = 194 mOsm/L; DIF mensurada = -17,2 mEq/L). As concentrações mensuradas dos constituintes são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 – Composição mensurada das soluções fornecidas aos animais.

Eletrólitos	Sol 1 – SEACa	Sol 2 - SECaCl
Na ⁺ (mEq/L)	75,0	75,0
K ⁺ (mEq/L)	11,1	11,1
Cl ⁻ (mEq/L)	86,9	103,3
Ca ²⁺ (mEq/L)	16,4	16,8
Mg ²⁺ (mEq/L)	2,7	2,7
DIF (mEq/L)	18,3	2,3

Na fase inicial do experimento, T-24h, as duplas de animais foram submetidas a jejum alimentar e hídrico por 24 horas. Para colheita do material biológico, e

sondagem nasorruminal os animais foram contidos com cabrestos e conduzidos até as baias experimentais.

No tempo inicial de hidratação (T0h), para o fornecimento das soluções, foi utilizada uma sonda nasogástrica siliconada com 2m de comprimento e 6 mm de diâmetro interno e 10 mm de diâmetro externo. Os galões com capacidade para 20 litros foram posicionados 1,5 m acima da cabeça de cada animal e eram conectados às sondas nasorruminais por um equipo espiral de 5m de comprimento. As soluções foram administradas a velocidade de infusão de 15 mL/kg/h, por fluxo contínuo semelhante ao realizado por Ribeiro Filho et al. (2011), durante 8 horas. Foi realizado exame físico e colhidas amostras biológicas com quatro horas de hidratação (T4h) e com oito horas (T8h), quando ocorreu o término do procedimento. Após a hidratação, foi retirada a sonda nasorruminal dos animais e estes foram mantidos nas baias individuais experimentais por mais 16 horas. Neste período foi fornecido 1kg de concentrado, água e volumoso *ad libitum*, sendo a quantidade destes mensurada antes e após a ingestão. Foram colhidas novas amostras biológicas 16 horas após o final do procedimento de hidratação.

4.5 Avaliação física

Foram avaliados os seguintes parâmetros físicos: temperatura retal, mensurada em graus Celsius (°C) por meio de termômetro veterinário com coluna de mercúrio; frequência cardíaca, obtida por meio de auscultação com uso de fonendoscópio (3M Littmann Master Classic II Stethoscope®) durante um minuto (batimentos por minuto – bpm); frequência respiratória, obtida por auscultação traqueal durante um minuto (movimentos por minuto – mpm); circunferência abdominal obtida pela mensuração da circunferência na região da fossa paralombar, por meio de fita de pesagem de bovinos de leite, sendo expressa em cm; e movimentos ruminais obtidos pela contagem na fossa paralombar esquerda com auxílio de fonendoscópio, durante um período de cinco minutos. As fezes foram coletadas diretamente da ampola retal em os tempos avaliados para avaliação da umidade das fezes (UF) dadas em porcentagem. Posteriormente estas foram colocadas em estufa a 80°C para secagem até que o peso mínimo fosse atingido. A fórmula para mensuração do grau de umidade das fezes é:

$$UF\%_{\text{água}} = [1 - (\text{Peso final das fezes}/\text{Peso inicial das fezes})] \times 100$$

4.6 Colheita de material biológico e avaliação laboratorial

As amostras de sangue foram colhidas por punção da veia jugular externa utilizando um sistema para colheita a vácuo constituído de agulha (25 mm x 0,8 mm) para múltiplas colheitas, acopladas a tubos siliconados com anticoagulante fluoreto de sódio com capacidade para obtenção de quatro mL de sangue. As amostras foram utilizadas para mensuração do hematócrito e obtenção de plasma, após centrifugação, que serviu para determinação das concentrações séricas de glicose e lactato. Também foram colhidas amostras de sangue em tubos de vidro siliconados sem anticoagulante, com capacidade para 10 mL, que foram mantidos em temperatura ambiente a fim de facilitar a retração do coágulo antes de serem centrifugados para obtenção de soro, que foi congelado a -20 °C para posterior determinação das concentrações séricas de sódio, potássio, cálcio, fósforo, magnésio, uréia, creatinina, cloretos e proteínas séricas totais (Figura 2).



Figura 2 – Amostras sangue para plasma (Fluoreto/EDTA), soro e hemogasometria (Heparina lítio) (Fonte: Alves e Ribeiro Filho, 2018).

Para análises hemogasométricas as amostras de sangue foram colhidas por punção da veia jugular externa com auxílio de agulha (30 mm x 0,8 mm) e seringa heparinizada (80 UI de heparina lítio seca), com capacidade para 3 mL. Estas amostras foram acondicionadas em água com gelo (por um período máximo de uma hora) e encaminhadas para análise em hemogasômetro OMNI C (Roche Diagnóstica®).

As amostras de urina foram obtidas durante micção espontânea, após massagem perineal de maneira a se obter amostras paralelas às amostras de sangue. Ainda foi mensurado o volume total de urina produzido durante o período de hidratação (T0h a T8h).

Foram realizadas as mensurações das concentrações de cloretos, glicose, lactato, magnésio, cálcio, ureia creatinina e proteínas plasmáticas totais, a partir do

soro coletado dos animais, utilizando kits comerciais em analisador bioquímico automatizado HumaStar300 no Laboratório de Patologia Clínica Veterinária do DVT/UFV – MG.

As mensurações séricas e urinárias de sódio e potássio foram realizadas pelo método de fotometria de chama em fotômetro de chama Benfer BFC-300, também no DVT/UFV. Os métodos adotados para a realização das provas bioquímicas estão agrupados na Tabela 3.

Tabela 3 – Análise bioquímica e método adotado para sua realização.

Análise Bioquímica	Método
Cloretos	Colorimétrico - Tiocianato de mercúrio
Glicose	Colorimétrico – sem desproteïnização
Lactato	Colorimétrico - lactatodesidrogenase
Magnésio	Azul de Xilidila
Fósforo	Fosfomolibdato UV
Cálcio	O-cresolftaleína-complexona (CFC)
Ureia	Cinético – glutamato desidrogenase
Creatinina	Colorimétrico – picrato alcalino
Proteínas	Biureto
Sódio	Fotometria de Chama
Potássio	Fotometria de Chama

A osmolaridade sérica foi mensurada pelo método de depressão do ponto de congelamento em Osmômetro Modelo 3320 (©Advanced Instruments).

O volume plasmático (%VP) total foi calculado segundo Boyd (1981). Os valores foram calculados considerando para TP1 o valor de proteína do tempo imediatamente anterior ao indicado na tabela e TP2 o valor da proteína no tempo indicado. A fórmula utilizada está descrita a seguir:

$$\%VP = [(TP1/TP2) - 1] \times 100$$

Na análise urinária foi aferido o volume total de urina produzida e coletada espontaneamente e por massagem perineal nos tempos T4h e T8h. Em todos os outros tempos foram coletadas amostras de urina e congeladas para análise posterior. Em cada um dos tempos foi mensurado a densidade urinária com auxílio de refratômetro (ATC, modelo RTP-12) e o pH urinário com uso de pHmêtro portátil (Kasvi, modelo K39-0014P) imediatamente após a coleta. Posteriormente, foram analisados os eletrólitos (Cl^- , Mg^{2+} e Ca^{2+}), proteínas, uréia e a creatinina, seguindo os mesmos métodos propostos na Tabela 2, usando kits comerciais em analisador bioquímico automatizado HumaStar300 no Laboratório Clínico Veterinário do DVT/UFV – MG.

A análise hemogasométrica, constou das seguintes variáveis: pH sanguíneo; pressão parcial de dióxido de carbono (pCO_2); concentração total de dióxido de carbono (tCO_2); concentração de bicarbonato (HCO_3^-) e concentração de base titulável (cBase). Também foram calculados o ânion GAP (Intervalo aniônico) e a diferença de íons fortes (DIF) que são calculados através das seguintes fórmulas:

$$\text{Ânion GAP} = [(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)]$$

$$\text{DIF} = [(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - \text{Cl}^-]$$

4.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos à estatística descritiva para obtenção de média e desvio-padrão. Foi avaliada a simetria (normalidade) da distribuição dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk. A esfericidade das variâncias foi avaliada pelo teste de Mauchly.

Uma vez que os dados atenderam às premissas da análise de variância (ANOVA) – distribuição normal e esfericidade – foi empregada ANOVA fatorial de medidas repetidas, para avaliação dos efeitos principais do tempo, dos tratamentos e da interação tempo*tratamento (T-24h, T0h, T4h, T8h e T24h). Aos dados que não apresentaram distribuição normal tentou-se a transformação logarítmica. Quando os dados não apresentaram esfericidade foi empregada a correção do teste F de Greenhouse-Geisser. Havendo significância na ANOVA, foi empregado o teste *post hoc* de Tukey.

Não havendo possibilidade de se empregar a ANOVA fatorial de medidas repetidas nas médias encontradas (para dados não paramétricos em que a

logtransformação não foi efetiva), foi empregado o teste não paramétrico de Friedman com *post hoc* de Wilcoxon associado à correção de Bonferroni.

Para realização de todas as análises foi empregado o pacote estatístico SPSS Statistic 20 (IBM – SPSS, Chicago), adotando-se o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Parâmetros fisiológicos

Inicialmente, a utilização da técnica de hidratação enteral em fluxo contínuo via nasorruminal se mostrou de fácil aplicação. A sondagem dos animais foi fácil, de modo que o uso de tronco de contenção foi dispensado, utilizando-se apenas o cabresto e contenção manual. O pequeno calibre da sonda facilitou a passagem pelas conchas nasais e a deglutição, que foi facilmente percebida pelo tato na região esofágica e pelo aumento da resistência à introdução da sonda. Ribeiro Filho et al. (2011 e 2014) utilizando sondas semelhantes ao do presente estudo, afirmaram que o diâmetro é suficientemente calibroso para causar reflexo de tosse caso ela penetre nas vias aéreas inferiores, evitando a administração por falsa via, isso também foi observado durante a sondagem dos animais.

A sonda de 10 mm de diâmetro externo por 6 mm de diâmetro interno se faz resistente o suficiente para ser utilizada sem a presença de um mandril interno para aumentar a rigidez e, da mesma forma, quando o animal executa sua ruminação (regurgitação alimentar), a sonda não se dobra nem retorna para a boca do animal, diferente do que ocorre ao se utilizar sondas ainda menos calibrosas ou de material muito maleável.

Uma vez que sua extremidade se encontra no rúmen, a utilização de um fio de aço rígido e protegido, em forma de “U” na região de encaixe da sonda com a narina do animal, faz com que a sonda não seja retirada e confere uma maior estabilidade desta, quando fixada ao cabresto. A extremidade externa da sonda nasorruminal é acoplada a um equipo de polipropileno espiral de 5 m de comprimento, o que permitiu que o animal ficasse solto dentro da baía, podendo deitar e interagir com o ambiente. Além da locomoção, Ribeiro Filho et al., (2011) relataram que a sonda de pequeno calibre, também permite que o animal se alimente e beba água, corroborando a

assertiva de que a hidratação enteral em fluxo contínuo causa um mínimo desconforto aos animais (Figura 3).



Figura 3 – Bovino adulto sendo hidratado pelo sistema de hidratação enteral por via nasorruminal em fluxo contínuo (Fonte: Alves e Ribeiro Filho, 2018).

O protocolo de restrição hídrica se mostrou eficiente para avaliação do tempo de expansão volêmica destes animais. Outro ponto positivo é que ele exemplifica casos da rotina clínica buiátrica, no qual nos deparamos com animais em jejum hídrico-alimentar causados pela presença de uma afecção. Deste modo, a terapia de hidratação enteral por via nasorruminal utilizada neste demonstra que as soluções foram eficientes em expandir a volemia dos animais em jejum hídrico-alimentar, bem como aumentar a produção de urina, sem provocar desarranjos como demonstrado nos achados deste trabalho.

Em todos os tempos observados, não foi notada alteração da frequência cardíaca entre os tempos observados e nem houve alteração entre os grupos experimentais, como pode ser observado na tabela 4. Alterações na frequência cardíaca podem estar relacionados a liberação de cortisol e catecolaminas estimuladas por fatores estressantes e dor (Radostits et al., 2007). A observação do comportamento dos animais e da verificação da estabilidade da frequência cardíaca durante os tempos, fica demonstrada que esta técnica de hidratação não altera os parâmetros físicos e, desta forma, pode ser considerada uma técnica minimamente estressante aos animais (Avanza et al., 2004; Atoji-Henrique et al., 2012).

Durante todo o experimento, os valores da frequência cardíaca permaneceram na faixa de referência para a espécie, mesmo com o aumento da atividade parassimpática que pode ser observada em bovinos quando submetidos ao jejum (Clabough e Swanson, 1989; Feitosa, 2004).

Durante todo período experimental, os valores da frequência respiratória (Tabela 4) foram mantidos dentro do intervalo de referência para espécie e também não foi observado efeito dos tratamentos sobre este parâmetro. Entretanto, foi observada uma diferença significativa entre os tempos observacionais em cada grupo. No grupo SEACa, é observado o menor valor em T0h, com os maiores valores de frequência respiratória em T-24h e T8h horas. No grupo SECaCL também é notado os menores valores no segundo momento experimental (T0h) e observam-se os maiores valores em T24h.

Estes valores baixos para frequência respiratória no momento após o jejum hídrico e alimentar (T0h) coincidem com a manhã (oito horas da manhã), que era o horário em que a temperatura ambiente é amena. Apesar desta variável (FR) poder estar associada à temperatura ambiente, os valores de FR nos tempos T-24h e T24h também acontecem as oito horas da manhã e são valores maiores que em T0h. Assim, é plausível que a ação da temperatura ambiente pode ser pequena sobre a frequência respiratória (Hall, 2011).

O jejum por mais de 24 horas estimula efeitos do sistema nervoso parassimpático e diminui a liberação de noradrenalina, diminuindo a ação do sistema simpático, podendo causar bradicardia, leve diminuição da frequência respiratória e broncoconstrição (Young e Landsberg, 1975). A bradicardia não foi observada, pois esta é mais frequentemente observada em bovinos com jejum alimentar com mais de 48 horas. Além disso, aparentemente, com a presença da bradicardia causada pelo jejum, reflexos simpáticos exacerbam a frequência cardíaca e, deste modo, a própria aferição dos parâmetros pode fazer com este sinal não seja encontrado. Porém, os sinais sobre sistema respiratório podem ser visíveis, uma vez que o organismo tende a manter o metabolismo basal reduzido com estímulo do sistema parassimpático (Clabough e Swanson, 1989).

Tabela 4 – Média \pm desvio padrão da frequência cardíaca (FC - bpm), frequência respiratória (FR – ciclos/minuto), temperatura retal (TR - °C), movimentos ruminais/5 minutos (MR), circunferência abdominal (CA - cm), volume urinário (VU – L), volume de água ingerida após hidratação (VA – L), alimento ingerido pós-hidratação (AI – kg), umidade das fezes (UF - %), hematócrito (Hct - %), da porcentagem do volume plasmático (%VP) e proteínas séricas totais (PST – g/dL) de vacas submetidas à hidratação enteral em fluxo contínuo com duas soluções eletrolíticas.

	Trat.	Período de hidratação				
		T-24h	T0h	T4h	T8h	T24h
FC	SEACa	57,0 \pm 6,0	52,0 \pm 6,8	50,2 \pm 6,3	54,3 \pm 8,5	54,5 \pm 5,4
	SECaCl	53,2 \pm 12,9	50,5 \pm 12,8	49,3 \pm 12,1	50,2 \pm 11,2	53,2 \pm 13,6
FR	SEACa	19,8 \pm 6,4 ^a	13,3 \pm 5,3 ^b	15,8 \pm 2,5 ^{ab}	23,4 \pm 8,5 ^a	19,7 \pm 5,5 ^{ab}
	SECaCl	19,2 \pm 5,3 ^{ac}	13,8 \pm 6,5 ^b	14,7 \pm 7,1 ^{bc}	19,7 \pm 7,3 ^{ac}	19,8 \pm 6,3 ^a
TR	SEACa	38,0 \pm 0,3 ^{ab}	37,5 \pm 0,6 ^b	37,6 \pm 0,7 ^b	38,4 \pm 0,3 ^a	38,1 \pm 0,2 ^a
	SECaCl	38,0 \pm 0,5 ^{ab}	37,6 \pm 0,4 ^{ab}	37,5 \pm 0,5 ^b	38,1 \pm 0,7 ^a	38,0 \pm 0,3 ^{ab}
MR	SEACa	6,8 \pm 1,7	5,8 \pm 1,0	5,5 \pm 1,0	6,0 \pm 1,4	6,8 \pm 1,0
	SECaCl	5,8 \pm 1,0	5,8 \pm 1,0	5,5 \pm 0,6	6,0 \pm 2,2	7,3 \pm 1,3
CA	SEACa	228,0 \pm 4,3 ^{ab}	223,0 \pm 3,5 ^b	231,5 \pm 4,4 ^{ab}	234,5 \pm 3,4 ^a	230,0 \pm 6,3 ^a
	SECaCl	229,0 \pm 4,2 ^{ab}	224,5 \pm 1,0 ^b	232,0 \pm 6,3 ^{ab}	233,8 \pm 4,8 ^a	229,0 \pm 3,5 ^{ab}
VU	SEACa	-	-	1,4 \pm 0,5 ^b	5,3 \pm 3,5 ^a	-
	SECaCl	-	-	1,8 \pm 1,2 ^b	6,8 \pm 5,1 ^a	-
VA	SEACa	-	-	-	-	2,7 \pm 3,7
	SECaCl	-	-	-	-	6,8 \pm 14,0
AI	SEACa	-	-	-	-	40 \pm 6,0
	SECaCl	-	-	-	-	42,3 \pm 6,2
UF	SEACa	85,0 \pm 1,6 ^a	80,8 \pm 1,1 ^b	82,8 \pm 1,9 ^{ab}	84,1 \pm 1,7 ^a	86,2 \pm 3,2 ^a
	SECaCl	83,9 \pm 1,4 ^{ab}	81,1 \pm 2,7 ^{bc}	82,2 \pm 0,9 ^c	83,1 \pm 1,4 ^{bc}	85,6 \pm 1,2 ^a
Hct	SEACa	28,2 \pm 5,0 ^a	28,0 \pm 4,1 ^a	27,1 \pm 2,3 ^{ab}	25,1 \pm 3,9 ^b	27,0 \pm 4,1 ^{ab}
	SECaCl	27,5 \pm 2,7 ^a	28,8 \pm 4,2 ^a	27,1 \pm 2,4 ^a	25,6 \pm 3,3 ^b	27,5 \pm 2,4 ^{ab}
%VP	SEACa	-	-3,81 \pm 9,16 ^b	19,63 \pm 19,79 ^a	5,05 \pm 15,75 ^{ab}	-0,75 \pm 6,68 ^b
	SECaCl	-	-3,51 \pm 3,25 ^b	7,21 \pm 8,05 ^a	2,37 \pm 8,30 ^{ab}	-0,06 \pm 4,85 ^{ab}
PST	SEACa	8,0 \pm 0,9	8,8 \pm 1,9	7,2 \pm 1,6	7,5 \pm 1,0	6,8 \pm 2,3
	SECaCl	8,1 \pm 1,1	8,0 \pm 0,6	7,4 \pm 1,8	7,7 \pm 0,9	7,7 \pm 1,0

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$).

Uma hipótese para a diminuição da frequência respiratória em T0 e seu aumento progressivo ao longo do dia, pode ser causado por uma alcalose gerada pelo jejum hídrico que estes animais foram submetidos no início do período experimental, e como resposta, estes animais realizaram uma acidose respiratória compensatória. Esta alcalose pode ser causada pela eliminação de excesso de íons H^+ quando existe um aumento da avidéz renal por sódio (Garella et al., 1975) ou pela depleção de cloretos (Luke e Galla, 2012) quando existe a presença de graus de desidratação iniciais ou abaixo de do grau de percepção clínica. Esta hipótese é corroborada pela presença do aumento da pCO_2 associada a diminuição da frequência respiratória após o jejum, o que pode indicar uma acidose respiratória respondendo à presença da alcalose pós jejum em T0h.

A temperatura corporal dos animais é exibida na tabela 4. A temperatura retal permaneceu dentro dos valores de referência em todos os tempos experimentais em ambos os grupos (Feitosa, 2004). Não foi demonstrada diferença significativa entre os dois grupos. Houve diferença entre os tempos no grupo SEACa, com as menores temperaturas ocorrendo nos tempos T0h e T4h quando comparado com os maiores valores observados em T8h e T24h. No grupo SECaCl os menores valores ocorreram no T4h quando comparado com o T8h deste grupo. Estes resultados são explicados pela diminuição do metabolismo dos animais devido ao jejum hídrico/alimentar que os animais foram submetidos no qual continuaram em jejum alimentar durante a fase de hidratação que corresponde aos tempos T0h, T4h e T8h.

O T4h é período onde é notado temperaturas retais mais baixas nos dois grupos experimentais e pode estar associado a administração de fluido fornecida na temperatura ambiente, causando uma diminuição da temperatura corporal dos animais. O aumento em T8h pode ser devido ao aumento da temperatura ambiental durante o período da tarde, quando foi terminado avaliado este tempo e pela variação circadiana normal.

O retorno da temperatura aparentemente normal para estes animais em T24h pode se dar devido ao retorno da taxa metabólica normal dos animais a partir de T8h, pois estes foram alimentados (Hall, 2011). 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), esta última pode induzir uma variação de até $1,5^{\circ}C$ no decorrer

de 24h (Feitosa, 2004, Ermita, 2018). Desta forma, os valores dentro da faixa de referência para a espécie não apresentam significado clínico importante.

Não foram detectadas alterações na motilidade ruminal (Tabela 4) dos animais durante o experimento, em nenhum dos grupos ou tempos avaliados semelhante ao relatado por Atoji-Henrique et al. (2012) e Ermita (2018). O jejum de 24 horas não causou efeitos importantes sobre a motilidade ruminal, uma vez que o esvaziamento ruminal demora cerca de 96 horas para acontecer em bovinos adultos (Radostits et al., 2007). Os efeitos da hidratação enteral sobre a motilidade do trato gastrointestinal parecem não estar associados a dose de 15 mL/kg/h utilizada e a composição das soluções com maior ou menor concentração de cloretos também não afetou esta motilidade.

Foram observadas alterações significativas nas medidas de circunferência abdominal (CA) como demonstrado na tabela 4. Não houve diferença estatística entre os tratamentos dos animais, mas entre os tempos, os menores valores observados nos dois grupos durante o período experimental ocorreram em T0h, período em que se concluiu 24 horas de jejum hídrico e alimentar nos animais. Os maiores valores no grupo SEACa ocorreram no T8h e no T24h e no grupo SECaCl no T8h.

A circunferência abdominal é importante pois o aumento da pressão visceral sobre o diafragma de bovinos pode acarretar problemas hemodinâmicos e respiratórios. Enfermidades como acidose ruminal e as indigestões acabam por aumentar rapidamente o volume ruminal e a pressão intra-abdominal, causando desconforto aos animais (Radostits et al., 2007).

Os menores valores de CA em T0h são explicados devido ao esvaziamento ruminal normal. Pela presença de jejum alimentar e hídrico, houve o esvaziamento abdominal normal. Durante a fase de hidratação, que compreende o T0h até o T8h há um aumento da circunferência abdominal, pois foram depositados intrarruminalmente volumes que variaram de 50 a 60 L de solução por animal. Este volume foi máximo no T8h, e foi observado os maiores valores de CA em ambos grupos, sendo que no grupo SEACa ainda permaneceu elevado no T24h.

Apesar do aumento durante o procedimento de hidratação, os valores de CA não ultrapassaram os valores iniciais em T-24h, quando começaram as observações. Desta forma, podemos inferir que a administração de soluções eletrolíticas enterais na dose de 15 mL/kg/h administradas em fluxo contínuo durante 8 horas não causa distensão ruminal. Além disso, nenhum dos animais apresentou desconforto ou sinais

clínicos associados ao aumento da pressão intra-abdominal. Estes achados são diferentes dos encontrados por Ribeiro Filho et al. (2013) onde não foi percebido aumento na CA e demonstra como o efeito da restrição hídrico-alimentar é importante na avaliação deste tipo de estudo.

A avaliação do volume de urina (VU) pode demonstrar a eficácia de uma solução em causar expansão do volume plasmático e ativação da função renal de forma significativa. A avaliação da produção urinária entre os períodos T0h e T8h é demonstrado na tabela 4.

Os valores de VU demonstram um aumento da produção de urina ao longo dos dois tempos observados. Os maiores valores em ambos grupos foram observados em T8h. Isto demonstra que houve a absorção da solução ao longo do tempo e o excesso de água eliminado na forma de urina.

Na tabela 4 são apresentados os valores do volume total de água ingerida (VA). Não houve diferença entre os grupos no T24h, que corresponde a 16 horas após o período de hidratação dos animais. A ingestão de água está diretamente relacionada a temperatura ambiente, a taxa metabólica, condição fisiológica, ao tipo de alimentação fornecida e principalmente à osmolaridade plasmática (Dukes e Rece, 2006).

O VA ingerida pelos animais foi baixo quando comparamos às necessidades diárias de vacas adultas prenhas, que giram em torno de 50 a 60 mL/kg/dia (Petersen et al., 2016). Se o cálculo for realizado para os animais utilizados no experimento, com peso médio de 450 kg, as vacas deveriam ingerir cerca de 18 L de água em 16 horas segundo Pertesen et al. (2016). No presente trabalho, os bovinos ingeriram valores bem abaixo do esperado (uma média de 6 L por animal em 16 horas).

O período de T8h até T24h é o período da madrugada e apresenta os menores valores de temperatura ambiente registradas durante a fase experimental. Mas, devido à privação hídrica de 24 horas, havia a necessidade de reposição de água pelos animais. Isto pode nos dizer que a terapia de hidratação com soluções hipotônicas, na taxa de 15 mL/kg/h, em fluxo contínuo por oito horas foi suficiente para reestabelecer necessidade hídrica dos animais submetidos a 24 horas de jejum hídrico, e desta forma, conseguiu reduzir o desejo por água que estes animais deveriam sentir.

A quantidade de alimento ingerido (AI) pelos animais está representada na tabela 4. Não houve diferença estatística entre os dois grupos observados. Após 32 horas de jejum alimentar, os animais se apresentavam com apetite aumentado e se alimentaram de forma vorazmente após o oferecimento de Capim Napier e de 1 kg de

concentrado. Se levarmos em consideração que a média de matéria seca do Capim Napier é cerca de 23%, os animais ingeriram cerca de 2,3% do peso vivo durante as 16 horas pós hidratação. Esta quantidade de AI corresponde a necessidade diária de bovinos adultos em período seco durante 24h (NRC, 2001). A quantidade de AI demonstra que a administração de soluções enterais em questão não altera o desejo de se alimentar em bovinos submetidos a jejum hídrico – alimentar de vacas adultas.

Os resultados da umidade das fezes (UF) estão dispostos na tabela 4. Não houve influência dos tratamentos sobre a umidade das fezes. No grupo SEACa os menores valores de UF foram registrados no T0h, enquanto os maiores valores foram obtidos no T-24h, T8h e T24h. No grupo SECaCl os menores valores de UF se apresentam em T4h, mas estatisticamente é um valor semelhante aos valores de T0h e T8h, e os maiores valores são encontrados em T-24h e em T24h.

Analisando os dois grupos experimentais, o processo de jejum hídrico e alimentar durante 24 horas, provavelmente, causou uma maior absorção de água do intestino para o organismo, determinando a desidratação das fezes após este período. A UF apresentou comportamento semelhante aos valores da osmolaridade sérica (Tabela 5), principalmente no tempo pós-jejum. O balanço hídrico corporal de ruminantes usualmente se mantém inalterado pela utilização de fluidos presentes no trato digestório durante o primeiro dia de privação hídrica, por isso o líquido contido no rúmen é considerado uma grande reserva hídrica em ruminantes como citou Hecker et al. (1964). Esse volume representa 10% da água corporal.

Quando se iniciou a reidratação dos animais de ambos os grupos se observou o reestabelecimento da UF, como pode ser constatado no tempo T-24h (Tabela 4). Este efeito teve início no T8 nos animais do grupo SEACa. Não se pode afirmar que existe diferença entre os tratamentos, uma vez que estatisticamente as médias foram iguais entre elas (Tabela 4).

Durante a terapia de hidratação, um dos mais importantes marcadores de volemia é o hematócrito e está demonstrado na tabela 4. Não foram achados diferenças significativas entre os grupos estudados, mas em ambos grupos, os menores valores observados foram ao final da terapia de hidratação (T8h). Os maiores valores são observados no T-24h e no T0h.

Primeiramente deve-se ressaltar que o jejum hídrico-alimentar durante 24 horas em bovinos adultos gera desidratação de pequena intensidade. As variáveis comumente utilizadas para expressar o grau de desidratação, dentre elas o hematócrito,

têm pouca acurácia para detectá-la quando o seu grau é inferior a 5%. Além disso, como citado anteriormente por Hecker e colaboradores (1964) o balanço hídrico corporal de ruminantes usualmente se mantém inalterado pela utilização de fluidos presentes no trato digestório durante o primeiro dia de privação hídrica. Daí a necessidade de considerarmos essas duas ponderações para justificarmos a ausência de decréscimo no valor do hematócrito no T0h (Tabela 4).

Posteriormente, com o início da hidratação dos animais (T0h) até o seu término (T8h) observou-se diminuição gradual nos valores do hematócrito, atingindo em T8h decréscimo significativo nos animais dos dois tratamentos (Tabela 4). Este resultado foi corroborado pelo aumento do volume e densidade urinários (Tabela 8) Estes achados demonstram que a administração das duas soluções eletrolíticas enterais por via nasorruminal em fluxo contínuo na dose de 15mL/kg/h por oito horas é capaz de provocar expansão plasmática. Por conseguinte, recompôs os volumes extra e intracelulares, sendo este um dos principais objetivos da terapia de hidratação (Ribeiro Filho et al., 2011; Ribeiro Filho et al., 2013).

Não houveram variações significativas nas concentrações das proteínas séricas totais (PST) entre os tempos analisados e entre os grupos experimentais (Tabela 4). Em alguns momentos avaliados, as médias da PST apresentam-se ligeiramente acima das referências para a espécie bovina como em T-24h e T0h em ambos grupos e em T8h e T24h no grupo 2 (SECaCl). Estes valores podem estar elevados devido à alta ingestão de matéria seca que estes animais podem receber (Kaneko et al., 2008).

Considerando que a PST foi analisada a partir do soro, o componente fibrinogênio é retirado, e desta forma processos inflamatórios que possam estar elevando esta proteína não estão presentes (Radostits et al., 2007). A utilização das PST como meio de verificação da diluição sanguínea para componentes sólidos é utilizada em conjunto com o hematócrito, que no presente trabalho apresentou decréscimo significativo. A não alteração significativa nas PST pode demonstrar que o efeito da desidratação causada pelo jejum hídrico-alimentar entre T-24h e T0h foi discreta e de detecção difícil, além disso, o efeito de expansão volêmica não foi tão evidente na fase de hidratação por oito horas para este marcador de volemia.

Os resultados referentes ao volume plasmático dos animais estão indicados na tabela 4. Não houve diferença estatística entre os grupos avaliados. Em ambos os grupos, em T0h é observado uma redução do %VP devido à restrição hídrico-alimentar que os animais foram submetidos. Em T4h e T8h, após o início da hidratação, em

ambos grupos experimentais apresentam expansão do %VP. Posteriormente, no T24h, os animais apresentaram uma redução do %VP durante o período pós hidratação (T-24h).

É observado uma relação inversa da osmolaridade em relação ao %VP no T0h, quando esta aumenta devido à restrição hídrico-alimentar (Boyd, 1981). Estes resultados demonstram que a partir de T4h já existe uma expansão da volemia dos animais, ainda que não refletido em outros marcadores como hematócrito e proteína plasmática. Como demonstrado em outros trabalhos (Ribeiro Filho et al., 2013 e Ermita, 2018) o uso da proteína plasmática e o hematócrito podem não ser fidedignos para demonstrar o processo de desidratação ou de reidratação. As alterações nos componentes do líquido intracelular podem causar diminuição do volume celular dos eritrócitos e mascarar alterações no hematócrito, enquanto alterações discretas na volemia não são marcadas pelas proteínas plasmáticas. O uso destes marcadores em conjunto com outros como osmolaridade, concentração de hemoglobina, densidade urinária, dentre outros, deve ser utilizada a fim de se estabelecer uma melhor definição do grau de hidratação dos animais (Boyd, 1981).

5.2. Bioquímica e eletrólitos séricos

No processo de hidratação, além da expansão do volume plasmático, muitas vezes é necessário que seja repostos a concentração de eletrólitos perdidos, e também se deseja que a solução administrada não altere demais a homeostase eletrolítica do paciente. A tabela 5 apresenta alguns destes elementos.

Os valores séricos de sódio estão demonstrados na tabela 5. Não houve efeito do tempo tampouco dos tratamentos ao longo do tempo sobre a natremia, estando os resultados de acordo aos valores de referência para a espécie bovina (Smith, 2015). Este resultado demonstra que as soluções foram capazes de manter a homeostase de sódio em bovinos adultos. Desta forma, as soluções testadas, mesmo sendo hipotônicas, não afetaram os valores do sódio sérico. A estabilidade das concentrações séricas de eletrólitos, 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 nos animais enfermos (Ribeiro Filho et al., 2013).

Tabela 5 – Média \pm desvio padrão dos eletrólitos séricos sódio (Na^+ - mEq/L), potássio (K^+ - mEq/L), cloreto (Cl^- - mEq/L), osmolaridade (OSM – mOsm/L) e cálcio total (tCa - mg/dL) de vacas submetidas à hidratação enteral em fluxo contínuo com duas soluções eletrolíticas.

	Grupo	Período de hidratação				
		T-24h	T0h	T4h	T8h	T24h
Na^+	SEACa	139,0 \pm 1,4	141,0 \pm 2,8	139,0 \pm 1,4	143,5 \pm 0,7	141,5 \pm 2,1
	SECaCl	138,5 \pm 2,1	140,0 \pm 5,7	142,0 \pm 2,8	139,0 \pm 1,4	134,5 \pm 2,1
K^+	SEACa	4,4 \pm 0,4	4,7 \pm 0,6	4,1 \pm 0,5	4,2 \pm 0,3	4,5 \pm 0,6
	SECaCl	4,1 \pm 0,4	4,4 \pm 0,3	4,4 \pm 0,6	4,3 \pm 0,3	4,3 \pm 0,5
Cl^-	SEACa	93,2 \pm 0,7	88,8 \pm 4,5	86,4 \pm 6,4	90,6 \pm 2,0	93,2 \pm 2,5
	SECaCl	95,0 \pm 1,8	95,2 \pm 1,7	95,0 \pm 0,5	94,0 \pm 1,2	97,4 \pm 0,5
OSM	SEACa	280,3 \pm 5,2 ^b	290,2 \pm 5,3 ^a	289,5 \pm 5,1 ^a	288,3 \pm 2,9 ^a	282,8 \pm 3,1 ^b
	SECaCl	283,0 \pm 4,9 ^b	288,0 \pm 5,7 ^{ab}	289,7 \pm 5,6 ^a	291,0 \pm 2,4 ^a	284,0 \pm 3,2 ^b
tCa	SEACa	8,5 \pm 1,0	8,7 \pm 1,4	8,0 \pm 0,6	8,2 \pm 0,8	8,5 \pm 1,4
	SECaCl	8,8 \pm 0,4	8,3 \pm 1,6	8,0 \pm 1,3	8,7 \pm 0,8	8,0 \pm 1,3

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$).

Os valores de potássio, expressos na Tabela 5, também se mantiveram inalterados e na faixa de normalidade (Smith, 2015). Este é um eletrólito importante para a regulação das funções celulares, tendo sua concentração sérica controlada por diversos mecanismos (Kaneko et al., 2008). Frequentemente, alterações na concentração de potássio são observadas em animais com desequilíbrio ácido base evidente (Constable, 2014), que não foi observado nos animais do presente estudo, demonstrando que as soluções eletrolíticas estavam adequadamente balanceadas para este eletrólito.

As concentrações de cloreto estão diretamente relacionadas ao equilíbrio ácido base do organismo, pois este é o principal eletrólito de carga negativa presente no LEC. O seu excesso no sangue pode ocasionar o aparecimento de acidose metabólica hiperclorêmica, enquanto na hipocloremia sérica se detecta a presença de alcalose metabólica (Luke e Galla, 2012; Constable et al., 2013). Na tabela 5, estão demonstrados os resultados da avaliação do cloreto sérico dos animais submetidos à hidratação pelas duas soluções, na qual pode-se observar que não houve diferença entre tempos nem entre tratamentos. Este resultado demonstra que as soluções eletrolíticas enterais testadas na presente pesquisa quando administradas nas condições

aqui propostas, não provocam alterações na concentração sanguínea deste elemento. Esse resultado é importante, pois sabe-se que a administração por longos períodos de soluções com elevadas concentrações cloreto aumenta a depuração renal de bicarbonato, levando o organismo a uma acidose metabólica, efeito este que é maximizado em pacientes críticos e com alterações de função renal (Constable, 2003b).

Dentre as soluções testadas, a SECaCl apresentava maior concentração de cloreto (103 mEq/L) e um DIF de 2,3 mEq/L (Tabela 2). Segundo Constable (2014) soluções eletrolíticas que apresentam valores de DIF inferiores a 25 mEq/L têm a capacidade de ocasionar acidose metabólica. Entretanto, nos animais do tratamento SECaCl isto não ocorreu, possivelmente, devido a alguns fatores como a concentração de cloreto na sua composição (103 mEq/L) ser próxima aos valores fisiológicos da espécie, ou seja, a SECaCl não é uma solução rica em cloreto. O volume administrado, associado a concentração deste eletrólito na solução SECaCl pode ter sido insuficiente para ocasionar o aparecimento de hiperclorêmia, ressaltando que o volume infundido nos animais, 15 mL/kg/h é considerado adequado para essa classe de animal.

Pode-se ainda inferir que a solução SECaCl, apesar de não ser acidificante, pode ser uma boa opção como solução eletrolítica de manutenção para reidratação de pacientes que apresentem alcalose metabólica hipoclorêmica de intensidade leve e moderada. Pois nesses casos, soluções eletrolíticas que contenham valores de cloreto similares ao do sangue podem atenuar ou até mesmo corrigir esse tipo de desequilíbrio.

A osmolaridade (OSM) sérica avaliada durante a fase experimental é apresentada na tabela 5. Não foi observada diferença estatística entre os grupos avaliados. Houve diferença estatística entre os tempos avaliados durante a fase experimental. No grupo 1 (SECa) os maiores valores para a OSM foram verificados nos tempos T0h, T4h e T8h, sendo os menores valores observados em T-24h e T24h. No grupo 2 (SECaCl) os maiores valores foram observados em T4h e T8h, sendo os menores valores observados em T-24h e T24h.

Mesmo havendo variação entre os tempos avaliados, os valores médios de OSM se mantiveram dentro dos limites de referência para espécie (Kaneko et al., 2008). A resposta da OSM frente ao período de jejum é observada pelo aumento dos valores desta variável após T0h. Isto indica um aumento da concentração dos componentes plasmáticos capazes de exercer pressão osmótica (eletrólitos e macromoléculas). Este achado é confirmado pela diminuição da umidade das fezes e,

principalmente, pela densidade urinária alta em T0h para manutenção da osmolaridade dentro dos limites específicos da espécie.

Esta regulação hídrico-plasmática está intimamente relacionada a OSM do animal, que, quando aumenta, acaba por estimular a liberação de hormônio antidiurético (ADH), aumentando a reabsorção de água renal (Hall, 2011). Durante a fase de hidratação (entre T0h e T8h) as médias de valores de OSM permanecem as mesmas, sendo alteradas somente no dia seguinte com 24 horas após o início da terapia hídrica. O controle da osmolaridade sérica é realizado por diversos mecanismos celulares, hormonais e renais, e mesmo com a expansão volêmica, como visto anteriormente na redução do hematócrito, a redução da osmolaridade em T8h não acontece, mesmo tempo em que a diurese aumenta e a densidade urinária diminui significativamente.

Estes valores de osmolaridade, somente retornam aos valores iniciais após o período de hidratação no final do período experimental. A diminuição da OSM em T24h também demonstra a grande capacidade do rúmen como reservatório de água para essa classe de animal, e sendo esta água liberada para o plasma de maneira gradual (durante horas). Este fato reforça o importante papel do rúmen, em controlar a entrada de água no LEC, evitando uma rápida diluição do plasma quando, este recebe soluções hipotônicas ou água em grandes quantidades (Choshniak e Shkolnik, 1978). Além disso, existe a ação do retorno à alimentação normal no período entre T8h e T24h, o que pode auxiliar ao retorno aos padrões iniciais de OSM. A OSM acaba por ser mais um indicador importante de hidratação dos animais, pois quando apresenta alterações está diretamente relacionado ao *status* hídrico do animal assim como o hematócrito, proteínas plasmáticas e porcentagem de volume plasmático.

As concentrações de cálcio total das vacas utilizadas durante a fase experimental são demonstradas na tabela 5. Não houve alterações na concentração de cálcio durante o presente estudo, nem diferença estatística entre os grupos avaliados. Os valores baixos de cálcio observados durante os tempos podem estar relacionados a dieta pobre em que os animais estavam submetidos na propriedade, além de serem animais que estavam em período seco por algum tempo (Divers e Peek, 2007; Kaneko et al., 2008). A absorção de cálcio pelo intestino é mais eficiente por animais jovens, isto também pode explicar os baixos valores de cálcio total observados no estudo (Gonzales et al., 2000).

Alcalose metabólica aumenta a avidéz das proteínas carreadoras por cálcio ionizado plasmático, diminuindo a disponibilidade deste no plasma e podendo causar sinais clínicos de hipocalcemia nos animais, o que é usualmente percebido em casos de hipocalcemia puerperal (Kline et al., 2005). Desta forma, o fornecimento de soluções com maiores teores de cloreto (menores DIF) poderiam causar uma discreta acidose metabólica (Tabela 7) nos animais (Constable, 2013). Quando isto ocorre, pelo excesso de íons H^+ no plasma, as proteínas carreadoras de cálcio e a albumina liberam cálcio que estava indisponível para o plasma e captam estes H^+ livres, auxiliando indiretamente na recuperação dos animais com alcalose e hipocalcemia por aumentar a concentração de cálcio iônico (Kline et al., 2005).

A ausência de variação do cálcio total observado sinaliza que a administração de 2 g/L de acetado de cálcio ou 2 g/L de cloreto de cálcio fornece cálcio suficiente para que não exista diminuição ou aumento da concentração deste eletrólito no sangue. Deve-se ressaltar que o teor de cálcio das soluções é similar e fornece cerca de 33 mg/dL de cálcio total.

O magnésio sérico, por não apresentar mecanismos específicos de controle da concentração sanguínea, o magnésio acaba por sofrer ação de diversos mecanismos fisiológicos em sua regulação e estão representados na tabela 6. Não foram observadas variações significantes entre os grupos avaliados. No grupo SEACa o maior valor de magnésio é demonstrado no T-24h, antes do período de jejum, e os menores valores observados em T4h, T8h e T24h. No grupo SECaCl também se observa o maior valor plasmático de magnésio no T-24h e os menores valores no T0h e T8h. Apesar disso, os valores de magnésio se mantiveram dentro dos limites de referência para bovinos adultos durante a fase experimental (Kaneko et al., 2008).

A hipomagnesemia é um achado comum em animais que são submetidos à hidratação por longos períodos, cuja solução eletrolítica não contenha magnésio entre os eletrólitos da formulação (Avanza et al., 2009). A hipomagnesemia não foi observada no presente estudo, uma vez que fontes de magnésio ($MgCl_2$) foram administradas nas soluções e forneciam cerca de 3,2 mg/dL de magnésio. Sem uma reposição adequada de magnésio por via intestinal, o magnésio plasmático acaba por ser eliminado na urina ou absorvido para o LIC sendo responsável por diversos mecanismos celulares (Martín-Tereso e Martens, 2014).

Tabela 6 – Média \pm desvio padrão dos eletrólitos séricos magnésio (Mg^{2+} - mg/dL), fósforo (P - mg/dL), da glicose (GLI - mg/dL), lactato (LAC - mg/dL), ureia (Ur - mg/dL) e creatinina (Creat. - mg/dL) de vacas submetidas à hidratação enteral em fluxo contínuo com duas soluções eletrolíticas.

	Grupo	T-24h	Período de hidratação			
			T0h	T4h	T8h	T24h
Mg^{2+}	SEACa	2,6 \pm 0,3 ^a	2,3 \pm 0,5 ^{ab}	1,8 \pm 0,6 ^b	2,1 \pm 0,3 ^b	2,1 \pm 0,1 ^b
	SECaCl	2,6 \pm 0,1 ^a	2,3 \pm 0,2 ^b	2,2 \pm 0,6 ^{ab}	2,1 \pm 0,2 ^b	2,5 \pm 0,6 ^{ab}
P	SEACa	6,0 \pm 0,9	5,4 \pm 1,4	7,7 \pm 2,5	7,0 \pm 2,3	6,0 \pm 1,3
	SECaCl	6,4 \pm 1,7	6,0 \pm 0,7	6,4 \pm 1,0	7,2 \pm 1,0	6,9 \pm 3,2
GLI	SEACa	67,2 \pm 8,0	67,9 \pm 11,9	66,3 \pm 9,1	62,9 \pm 10,8	73,8 \pm 4,5
	SECaCl	68,3 \pm 2,1	68,0 \pm 9,1	65,5 \pm 9,2	66,2 \pm 7,0	72,6 \pm 3,7
LAC	SEACa	7,2 \pm 1,5 ^A	6,5 \pm 1,4 ^A	5,5 \pm 1,4 ^A	7,3 \pm 2,1 ^A	6,2 \pm 0,4 ^A
	SECaCl	6,7 \pm 1,0 ^A	6,5 \pm 3,3 ^A	7,0 \pm 2,8 ^A	6,2 \pm 2,3 ^B	5,3 \pm 0,5 ^B
Ur	SEACa	26,9 \pm 10,6 ^b	38,4 \pm 13,5 ^a	37,5 \pm 10,0 ^a	36,2 \pm 7,9 ^a	22,3 \pm 9,6 ^b
	SECaCl	24,5 \pm 10,0 ^b	41,2 \pm 10,3 ^a	36,8 \pm 13,5 ^{ac}	36,6 \pm 9,6 ^a	20,2 \pm 9,6 ^b
Creat.	SEACa	0,9 \pm 0,2	1,0 \pm 0,2	1,0 \pm 0,2	1,0 \pm 0,3	0,9 \pm 0,2
	SECaCl	1,0 \pm 0,2	1,1 \pm 0,3	1,0 \pm 0,3	1,1 \pm 0,2	0,9 \pm 0,4

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$).

As concentrações séricas de fósforo (P) são apresentadas na tabela 6. Não foram observadas variações significantes nas concentrações de P entre os grupos, nem entre os tempos avaliados. Em alguns dos tempos foram observadas médias de concentração de P elevadas, quando comparadas aos valores de referência (Smith, 2015). É provável que alguns valores de fósforo elevados verificados no estudo tenham como origem a dieta destes animais com altas concentrações de P provenientes das pastagens (Kaneko et al. 2008). Como não foram observadas alterações durante os tempos dos tratamentos, presume-se que as soluções administradas não afetam o metabolismo ou excreção de fósforo.

Os valores de glicemia das vacas submetidas a terapia de hidratação enteral são apresentados na tabela 6. As médias da glicose plasmática (GLI) se mantiveram dentro dos valores de referência e não foram observadas alterações entre os grupos avaliados nem entre os tempos experimentais (Kaneko et al., 2008). Dessa forma, é possível afirmar que as soluções empregadas durante o delineamento experimental não

causaram alterações na glicemia de bovinos adultos em jejum quando administradas durante oito horas de terapia hídrica.

Deve-se ressaltar que em bovinos adultos a gliconeogênese é responsável pela manutenção de índices glicêmicos durante os períodos de jejum, pois esta espécie apresenta pouco glicogênio hepático. Os principais precursores glicêmicos no metabolismo de jejum são aminoácidos (alanina, glutamina e glicina) proveniente dos tecidos musculares e glicerol proveniente do tecido gorduroso. No metabolismo de jejum, o glucagon e a adrenalina estimulam a lipólise aumentando na circulação sanguínea a concentração de glicerol e de ácidos graxos não esterificados (Kosloski, 2011). A utilização de outros precursores gliconeogênicos explica por que não foi observada hipoglicemia em nenhum dos períodos experimentais, mesmo não havendo um precursor glicêmico na composição das soluções.

Na tabela 6 são demonstrados os valores para concentração plasmática de lactato (LAC). Não foram observadas alterações significativas durante os tempos de avaliação experimental. Foram observadas alterações significativas entre os grupos experimentais nos tempos T8h e T24h, onde os maiores valores de LAC foram observados no grupo SEACa. Ressalta-se que em todos os momentos avaliados os valores de referência de LAC foram mantidos dentro dos limites para a espécie bovina (Kaneko et al., 2018). Apesar da observação de diferença das duas soluções, a participação do LAC em ruminantes como via gliconeogênica é menos importante do que em monogástricos (Kosloski, 2011).

O estudo das concentrações de LAC em ensaios sobre hidratação são importantes pois este é um importante agente capaz de modificar o equilíbrio ácido base alterando as concentrações de bases metabolizáveis (Constable, 2014). Uma vez que o excesso de LAC pode causar acidose, a diminuição deste marcador no último tempo da SECaCl é importante. Devido ao pH sanguíneo, a concentração de bicarbonato e a concentração de bases tituláveis (Tabela 7) indicarem uma acidose metabólica discreta em T24h, podemos sugerir que a menor concentração de LAC neste tempo é devido a uma maior ação da enzima lactato-desidrogenase que tem maior atividade em pH baixo (Cammack, 1969).

Deve-se tomar cuidado com administração de soluções com DIF baixo ou ricas em cloretos para animais com acidose metabólica por hiperlactatemia, pois apesar de haver um aumento na atividade da lactato-desidrogenase, estas soluções podem corroborar para manutenção da acidose metabólica. A tendência, nestes casos,

principalmente onde existe acidose láctica por D-lactato, deve-se utilizar soluções alcalinizantes como soluções contendo acetato ou bicarbonato em altas concentrações (Constable, 1999).

Os valores de ureia plasmáticas (Ur) são apresentadas na tabela 6. Não foram observadas diferenças nos valores de ureia entre os grupos avaliados. Houve variação entre os tempos nos dois grupos. Em ambos grupos (SEACa e SECaCl) os menores valores de concentração de Ur foram observados no T-24h e no T24h, sendo os maiores valores observados em T0h, T4h e T8h. Os valores em T-24h e T24h permanecem dentro dos valores de referência para espécie, sendo que nos demais tempos, as concentrações de Ur se apresentam ligeiramente acima das concentrações fisiológicas (Kaneko et al. 2008).

Estes resultados demonstram que o período de jejum foi eficiente em causar uma ligeira desidratação dos animais, pois a concentração de ureia foi maior no T0h em ambos grupos foi evidente, além disso os ruminantes usam aminoácidos como fonte de energia em casos de jejum prolongado (Kosloski, 2011). Os resultados também demonstram que o período de hidratação de oito horas não foram para suficientes para aumentar a excreção de ureia pelos rins e este metabolito somente retornou aos níveis iniciais no T24h quando os animais já estavam se alimentando novamente. Apesar das variações ao longo do tempo experimental, este marcador permaneceu nos limites de referência para espécie durante todo o período experimental (Kaneko et al., 2008).

Não houveram variações significativas nas concentrações séricas de creatinina como demonstrado na tabela 6. Todos os valores permaneceram dentro do valor de referência para bovinos adultos (Kaneko et al. 2008). Pequenas variações na concentração de creatinina podem indicar alterações na função renal, o que não foi observado no presente trabalho. Desta forma, é demonstrado que a desidratação causada pelo período de jejum é leve e que a administração de fluidos por oito horas não aumenta a depuração de creatinina plasmática em ruminantes adultos.

5.3. Hemogasometria e equilíbrio ácido base

Os valores para pH sanguíneo são apresentados na tabela 7. Durante todo período experimental não foram observadas variações significativas entre os grupos estudados. Foram observadas alterações nos valores médios de pH entre os tempos avaliados em ambos grupos. Os menores valores foram observados em T0h, T4h e

T24h, sendo o maior valor observado em T8h nos dois grupos experimentais. Todos os valores de referência para pH se mantiveram dentro da faixa de referência para a espécie bovina (Smith, 2015).

Tabela 7 – Média \pm desvio padrão dos parâmetros hemogasométricos pH, pressão parcial de dióxido de carbono (pCO₂ - mmHg), concentração de dióxido de carbono (tCO₂ – mEq/L), concentração de bicarbonato (HCO₃⁻ – mEq/L), excesso de base (cBase – mEq/L), ânion gap (GAP – mEq/L) e diferença de íons fortes (DIF – mEq/L) de vacas submetidas à hidratação enteral em fluxo contínuo com duas soluções eletrolíticas.

	Grupo	Período de hidratação				
		T-24h	T0h	T4h	T8h	T24h
pH	SEACa	7,42 \pm 0,03 ^{ab}	7,41 \pm 0,02 ^{bc}	7,42 \pm 0,02 ^{bc}	7,45 \pm 0,03 ^a	7,40 \pm 0,04 ^c
	SECaCl	7,43 \pm 0,03 ^{ab}	7,40 \pm 0,02 ^{bc}	7,40 \pm 0,02 ^{bc}	7,44 \pm 0,01 ^a	7,38 \pm 0,02 ^c
pCO ₂	SEACa	43,5 \pm 2,0 ^b	46,0 \pm 3,6 ^{ab}	46,7 \pm 2,6 ^a	43,3 \pm 2,7 ^{bc}	42,0 \pm 1,9 ^c
	SECaCl	43,8 \pm 3,6 ^{ab}	45,3 \pm 5,7 ^{ab}	45,7 \pm 3,7 ^a	43,5 \pm 4,7 ^{ab}	39,7 \pm 1,9 ^b
tCO ₂	SEACa	29,5 \pm 1,4 ^{Aa}	30,3 \pm 2,4 ^{Aa}	31,0 \pm 2,0 ^{Aa}	30,7 \pm 2,2 ^{Aa}	26,5 \pm 1,7 ^{Ab}
	SECaCl	29,5 \pm 2,0 ^{Aa}	28,9 \pm 3,7 ^{Aa}	29,3 \pm 2,3 ^{Aa}	30,2 \pm 2,6 ^{Aa}	24,1 \pm 1,6 ^{Bb}
HCO ₃ ⁻	SEACa	28,2 \pm 1,4 ^{Aa}	28,9 \pm 2,3 ^{Aa}	29,5 \pm 1,9 ^{Aa}	29,3 \pm 2,2 ^{Aa}	25,3 \pm 1,8 ^{Ab}
	SECaCl	28,2 \pm 1,9 ^{Aa}	27,5 \pm 3,5 ^{Aa}	27,9 \pm 2,2 ^{Aa}	28,9 \pm 2,4 ^{Aa}	23,0 \pm 1,4 ^{Bb}
cBase	SEACa	3,3 \pm 1,7 ^a	3,6 \pm 2,1 ^a	4,1 \pm 1,8 ^a	4,7 \pm 2,4 ^a	0,3 \pm 2,1 ^b
	SECaCl	3,3 \pm 1,8 ^a	2,1 \pm 2,9 ^a	2,6 \pm 1,9 ^a	4,2 \pm 1,7 ^a	-1,9 \pm 1,6 ^b
GAP	SEACa	23,1 \pm 5,1	24,8 \pm 6,1	18,5 \pm 4,0	23,8 \pm 1,9	25,8 \pm 2,6
	SECaCl	19,2 \pm 1,8	21,7 \pm 1,0	23,7 \pm 1,0	21,4 \pm 1,8	22,9 \pm 8,8
DIF	SEACa	49,9 \pm 2,6	54,1 \pm 4,3	51,9 \pm 1,7	56,1 \pm 0,4	53,5 \pm 1,4
	SECaCl	48,1 \pm 0,9 ^{ab}	50,1 \pm 5,3 ^{ab}	55,1 \pm 3,4 ^a	50,4 \pm 1,7 ^{ab}	41,3 \pm 3,1 ^b

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si (p<0,05).

Os valores de pH sanguíneo são constantes e este acaba por ser uma variável que sofre poucas alterações quando um organismo em boas condições fisiológicas é desafiado, pois diversos mecanismos de compensação são ativados para manter o pH dentro dos limites fisiológicos (Hall, 2011). Isto demonstra que durante a fase de hidratação, mesmo administrando soluções com baixo DIF, principalmente SECaCl, elas não ocasionam alterações importantes no equilíbrio ácido base dos animais. A diminuição do pH no tempo T24h pode ter relação com o retorno da ingestão de água e alimento, mas não podemos descartar a ação das soluções de baixo DIF podendo

causar estas alterações. O efeito de reservatório hídrico do rúmen acaba prolongar o tempo de absorção das soluções além do período de hidratação, podendo explicar desta forma a redução do pH em ambas as soluções no T24h (Choshniak e Shkolnik, 1978).

A pressão de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$) é demonstrada na tabela 7. Não foram observadas alterações entre os grupos de tratamento observados durante a fase experimental. No grupo SEACa os menores valores com significância estatística são observados T-24h, T8h e T24h, sendo T24h o menor valor dentre os 3 tempos e o maior valor foi observado em T4h. No grupo SECaCl o menor valor para $p\text{CO}_2$ é observado no T24h, e o maior valor em T4h.

A $p\text{CO}_2$ é a variável que corresponde ao componente respiratório do metabolismo ácido base do animal e é um valor que tem correspondência inversa com a frequência respiratória (Hall, 2011), e como podemos observar há a coincidência entre os maiores valores da $p\text{CO}_2$ com as menores FR. O aumento observado em T0h e T4h apresentam valores acima dos valores de referência em decorrência da diminuição da frequência respiratória nestes tempos e em compensação a uma possível alcalose metabólica causada pelo período de jejum (Constable, 1999).

Os valores mais baixos de $p\text{CO}_2$ observado no grupo SEACa nos tempos T-24h e T8h apresentam também o componente respiratório como justificativa, pois a frequência respiratória retorna aos valores encontrados em T-24h. Valores similares são observados no grupo SECaCl, mas neste grupo não apresenta significado estatístico.

A concentração total de dióxido de carbono ($t\text{CO}_2$) e do HCO_3^- apresentaram comportamento semelhante como pode ser constatado na tabela 7. As variações encontradas para o $t\text{CO}_2$ são dependentes do bicarbonato (HCO_3^-) e da $p\text{CO}_2$ e devem ser analisadas em conjunto pois elas fazem intercessão entre o componente metabólico e respiratório do equilíbrio ácido base (DiBartola, 2012). As variações das médias de $t\text{CO}_2$ e HCO_3^- apresentam significância entre os tempos e entre os grupos. Os menores valores para ambas são observados em T24h, sendo que neste tempo, os animais do grupo SECaCl apresentaram menor valor em relação aos do grupo SEACa.

A não alteração destas variáveis durante a fase de hidratação (T0 a T8) dos animais demonstra que não existiu efeito no equilíbrio ácido base dos animais submetidos aos tratamentos durante as 8 horas de administração das soluções em fluxo contínuo. Em T24h, houve um decréscimo dos valores de $t\text{CO}_2$ e HCO_3^- , com menores valores para o grupo SECaCl. Apesar dos animais já estarem se alimentando no

período entre T8h e T24h, podemos inferir que a solução SECaCl tem um maior poder de acidificação a que a solução SEACa. Porém como citou Carlson e Bruss (2008), os valores de ambas permaneceram na faixa de normalidade para os animais da espécie bovina, o que nos indica que ambas soluções não causam efeitos deletérios como soluções de reposição e de manutenção para esta espécie animal.

As médias de concentração de bases (cBase) são apresentadas na tabela 7. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos estudados, mas existe uma diminuição do valor de cBase no T24h em ambos os tratamentos. Apesar de não ser demonstrado diferença estatística entre os grupos estudados, os animais do grupo SECaCl apresentaram valores negativos para a cBase, que segundo Constable (1999) é considerado fora da normalidade para bovinos (0 e 6 mEq/L). Esse pequeno decréscimo provavelmente foi ocasionado pelo retorno da ingestão de água e alimento, como citado anteriormente e também ao baixo DIF que ambas soluções apresentam. Este efeito é notado somente no T24h pois o efeito de absorção ruminal é lento e gradual (Choshniak e Shkolnik, 1978).

Os valores de ânions gap (GAP) são demonstrados na tabela 7. Não foram verificadas alterações significativas entre os valores de GAP entre os tempos experimentais e nem entre os grupos de tratamentos. Segundo DiBartola (2012) os valores de GAP acima dos valores de referência podem indicar acidose metabólica pois esta variável leva em conta o bicarbonato, e as alterações desta base volátil, quando reduzida eleva o GAP quando não existe variação de sódio, potássio e cloreto (DiBartola, 2012).

Apesar dos valores elevados de GAP para a espécie bovina segundo Constable (1999), não existe confirmação da presença de acidose metabólica em outros marcadores como cBase ou HCO_3^- . O fato do GAP apresentar-se ligeiramente aumentado é devido as baixas concentrações normais de cloreto que estes animais apresentam.

Os valores para diferença de íons fortes (DIF) são indicados na tabela 7. Não foram observados diferença estatística entre os grupos experimentais. Somente no Grupo SECaCl foi observado diferença significativa no T24h que exibe uma média menor de DIF em relação ao tempo T4h. Estes resultados apresentam se apresentam próximo aos valores de referência para espécie (Constable, 1999) e como outros marcadores de equilíbrio ácido base não apresentarem diferença significativa,

podemos concluir que os valores de DIF ligeiramente altos não apresentam significado clínico neste trabalho.

5.4. Parâmetros urinários

Os resultados do pH urinário (pH_{Ur}) apresentados na tabela 8, demonstram que não houve efeito dos tratamentos sobre este parâmetro. Entretanto, ao final do período de observação (T24h) houve uma diminuição significativa do pH_{Ur} nos animais dos dois tratamentos, porém apenas nos animais do tratamento SECaCl esse decréscimo foi significativo (Tabela 8). Esses resultados estão em harmonia com os registrados na hemogasometria (Tabela 7), corroborando com as afirmações descritas anteriormente, as soluções testadas não geraram alterações marcantes no equilíbrio ácido base, e que o aparecimento de acidúria pode estar relacionada ingestão de alimento no período pós-hidratação (T8 a T24h) e ao efeito reservatório ruminal liberando lentamente as soluções com baixo DIF, principalmente a solução SECaCl (Choshniak e Shkolnik, 1978). Desta forma, podemos hipotetizar que a solução SECaCl tem um efeito acidificante maior que a SEACa.

Os valores da densidade urinária são apresentados na tabela 8. Não foram observadas alterações significativas entre os dois grupos experimentais. Em ambos os grupos, no T8h, os animais apresentaram hipostenúria, densidade ao redor de 1006, expressando a capacidade expansora das soluções eletrolíticas enterais testadas. Ermita (2018) utilizando soluções eletrolíticas enterais acrescidas de fontes energéticas e a mesma técnica de hidratação em vacas adultas, registrou hipostenúria nos animais com seis horas de hidratação. Confirmando a eficácia desta modalidade terapêutica nessa classe de animais.

As médias avaliadas das concentrações de sódio urinário (Na_{Ur}) são expressas na tabela 8. Estatisticamente, não houve diferença entre os grupos experimentais sobre esta variável, mas foram observadas alterações significantes entre as médias quando se analisa os tempos experimentais. Os maiores valores de Na_{Ur} são observados em ambos grupos no T24h. No grupo SEACa os valores de T24h foram maiores que os de T-24h e T0h. Já no grupo SECaCl o maior valor de Na_{Ur} em T24h foi significativamente maior que os outros tempos observados.

Tabela 8 – Média \pm desvio dos parâmetros urinários pH urinário (pH_{Ur}), densidade urinária (g/dL), sódio urinário (Na_{Ur} – mEq/L), potássio urinário (K_{Ur} – mEq/L), cloreto urinário (Cl_{Ur} – mEq/L), cálcio urinário (Ca_{Ur} – mg/dL), magnésio urinário (Mg_{Ur} - mg/dL), ureia urinária (Ureia_{Ur} - mg/dL) e creatinina urinária (Creat_{Ur} – mg/dL) de vacas submetidas à hidratação enteral em fluxo contínuo com duas soluções eletrolíticas.

	Trat.	Período de hidratação				
		T-24h	T0h	T4h	T8h	T24h
pH_{Ur}	SEACa	7,90 \pm 0,35	7,43 \pm 0,67	7,55 \pm 0,2	7,75 \pm 0,15	6,23 \pm 1,12
	SECaCl	8,14 \pm 0,04 ^a	8,19 \pm 0,09 ^a	8,15 \pm 0,02 ^a	7,75 \pm 0,53 ^a	5,31 \pm 0,18 ^b
Densidade	SEACa	1040,0 \pm 11,3	1042,0 \pm 2,8	1032,0 \pm 14,8	1006,0 \pm 2,8	1030,0 \pm 5,7
	SECaCl	1036,0 \pm 7,7 ^{ab}	1045,0 \pm 7,1 ^{ab}	1039,0 \pm 1,4 ^a	1006,5 \pm 1,4 ^b	1025,0 \pm 1,4 ^a
Na_{Ur}	SEACa	5,0 \pm 4,6 ^b	20,7 \pm 23,7 ^b	38,7 \pm 35,2 ^{ab}	86,7 \pm 49,3 ^{ab}	93,3 \pm 9,3 ^a
	SECaCl	20,0 \pm 10,0 ^b	23,3 \pm 11,5 ^b	16,7 \pm 11,5 ^b	46,7 \pm 35,1 ^b	176,7 \pm 25,2 ^a
K_{Ur}	SEACa	245,1 \pm 92,4 ^a	148,3 \pm 34,3 ^a	61,8 \pm 60,5 ^{bc}	29,4 \pm 4,4 ^c	187,5 \pm 69,7 ^{ab}
	SECaCl	303,0 \pm 19,14 ^a	207,8 \pm 22,0 ^b	144,8 \pm 88,6 ^{bcd}	49,0 \pm 21,8 ^d	150,0 \pm 30,0 ^c
Cl_{Ur}	SEACa	37,8 \pm 20,6 ^{ab}	30,0 \pm 21,0 ^{ab}	12,1 \pm 7,6 ^b	22,9 \pm 16,3 ^{ab}	89,8 \pm 12,7 ^a
	SECaCl	44,1 \pm 28,5 ^{ab}	30,7 \pm 15,9 ^b	13,1 \pm 6,7 ^b	14,8 \pm 2,4 ^b	87,4 \pm 8,7 ^a
Ca_{Ur}	SEACa	20,0 \pm 31,0	10,7 \pm 5,0	6,0 \pm 4,0	1,7 \pm 1,2	14,5 \pm 11,1
	SECaCl	37,7 \pm 52,1	40,5 \pm 50,2	5,5 \pm 5,1	1,5 \pm 1,2	28,0 \pm 29,3
Mg_{Ur}	SEACa	103,3 \pm 64,4 ^a	95,6 \pm 54,3 ^a	37,0 \pm 26,1 ^b	4,5 \pm 3,9 ^b	38,8 \pm 32,7 ^{ab}
	SECaCl	67,9 \pm 45,9 ^{ab}	81,5 \pm 40,2 ^a	11,8 \pm 7,3 ^b	9,9 \pm 5,2 ^b	26,6 \pm 16,3 ^{ab}
Ureia _{Ur}	SEACa	722,2 \pm 508,5 ^a	2593,2 \pm 2282,7 ^a	3085,6 \pm 1913,3 ^a	262,6 \pm 107,2 ^a	295,4 \pm 165,2 ^a
	SECaCl	1083,2 \pm 550,6 ^a	2724,5 \pm 495,6 ^a	2133,6 \pm 1820,5 ^{abc}	426,7 \pm 291,1 ^c	492,4 \pm 310,2 ^{bc}
Creat_{Ur}	SEACa	122,0 \pm 63,9 ^a	169,1 \pm 117,6 ^a	133,1 \pm 65,3 ^a	18,4 \pm 5,5 ^b	70,3 \pm 32,9 ^a
	SECaCl	91,1 \pm 38,4 ^{bd}	189,9 \pm 30,3 ^{ac}	107,5 \pm 64,5 ^{ab}	22,6 \pm 13,0 ^{cd}	64,2 \pm 16,0 ^b

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si ($p < 0,05$).

Este aumento de Na_{Ur} em T24h em ambos grupos é explicado porque o sódio, como principal eletrólito encontrado na composição do LEC, acaba por exercer um papel importante na regulação da quantidade de líquidos corporais por carrear água para o meio onde ele se encontra em maior concentração. Quando se aumenta o volume plasmático, diminui a ação do hormônio antidiurético (ADH), diminui os efeitos do sistema renina-angiotensina-aldosterona e através do aumento da pressão sanguínea

pode haver liberação de peptídeo natriurético (Hall, 2011; DiBartola, 2012). Inibindo a reabsorção de sódio nos ductos coletores dos néfrons e por conseguinte este eletrólito acaba por ter sua concentração aumentada na urina.

As concentrações de Na^+ nas duas soluções apresentadas, mesmo contendo baixa concentração de sódio em sua composição, foram suficientes para manter a concentração plasmática mesmo apresentando aumento da excreção deste eletrólito na urina. Resultados semelhantes ao presente ensaio foram obtidos por Ermita (2018), onde ao longo do tempo de hidratação, houve um aumento da excreção de Na_{Ur} .

As concentrações médias do potássio urinário (K_{Ur}) são apresentadas na tabela 8. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos experimentais. Os dois tratamentos apresentaram comportamento semelhante, valores mais elevados em T-24h com decréscimo gradual até T8h. No T24h, houve aumento nos valores do K_{Ur} . Apesar desse aumento, os valores foram menores que em T-24h.

Estes grandes valores de K_{Ur} , observados em T-24h, é decorrente das altas concentrações de K^+ na dieta que usualmente são fornecidas para bovinos adultos (Martín-Tereso e Martens, 2014). Em T0h os valores diminuíram em ambos os grupos, de forma significativa nos animais do grupo SECaCl, em decorrência da restrição alimentar imposta aos animais.

Em T4 e T8h, em ambos os grupos, registrou-se diminuição do K_{Ur} . Com a inibição da ação da aldosterona no período de hidratação há, portanto, menor excreção de potássio, como pode ser observado da tabela 8, de acordo com DiBartola (2012) 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.

Durante a fase de hidratação (T0h a T8h) há um comportamento inverso entre as concentrações de potássio e sódio, evidenciado pelas menores concentrações de potássio ao mesmo tempo em que há as maiores concentrações urinária de sódio. Este efeito é observado quando a expansão volêmica máxima é atingida em T8h, o que corresponde aos menores valores de K_{Ur} . Em T24h observa-se uma tendência aos níveis de K_{Ur} retornarem as concentrações presentes em T-24h, demonstrando o efeito do fornecimento de alimento aos animais.

Os valores de cloreto urinário (Cl_{Ur}) são expressos na tabela 8. Não são encontradas diferenças significativas entre os dois grupos experimentais. Quando se analisa a função temporal o maior valor absoluto é visto em T24h em ambos grupos.

No grupo SEACa o menor valor é observado em T4h quando se compara com o T24h. No grupo SECaCl os menores valores são observados em T0h, T4h e T8h quando comparamos ao maior valor de T24h.

Com o início da terapia de hidratação em T0h, existe expansão da volemia e este efeito aumenta a produção urinária. Em T4h é observado os menores valores de Cl_{Ur} pois este sofre efeito da diluição urinária. Como existe uma baixa reabsorção de Na_{Ur} no momento T24h, o Cl_{Ur} também é eliminado em grandes quantidades, pois o Cl_{Ur} é reabsorvido juntamente com Na_{Ur} para manutenção da eletroneutralidade (Hall, 2011).

Os resultados das concentrações de cálcio urinário (Ca_{Ur}) estão representados na tabela 8. Estatisticamente, não foram observadas variações das concentrações de Ca_{Ur} entre os grupos e nem entre os tempos avaliados. Não ocorreu excesso de perda cálcio pelos rins, uma vez que não foi apresentada variação na sua concentração plasmática. Existe o efeito de diluição urinária devido ao aumento da taxa de filtração glomerular, e desta forma pode explica a diminuição da concentração de Ca_{Ur} .

As concentrações de magnésio urinário (Mg_{Ur}) são apresentadas na tabela 8. Não foram observadas alterações significativas entre os grupos experimentais. Em ambos os grupos é observado uma diminuição significativa das concentrações de Mg_{Ur} nos tempos T4h e T8h, principalmente quando comparamos aos tempos iniciais (T-24h e T0h). Sem uma regulação especial para controlar as concentrações plasmáticas de Mg^+ ele acaba sendo refém de outros fatores como a regulação de paratormônio e de calcitonina (Goff, 2008).

A diminuição nas concentrações séricas de Mg^{2+} ou Ca^{2+} elevam a produção de paratormônio, e este pode aumentar a reabsorção destes elementos na luz tubular renal com o objetivo de elevar a concentração sanguínea destes cátions (Hall, 2011). O aumento da perfusão renal e da produção urinária faz com que exista um fator de diluição de alguns constituintes urinários, e também explica esta redução na excreção de Mg_{Ur} . A reposição intestinal de Mg^{2+} por via intestinal é essencial para manutenção deste eletrólito nas concentrações adequadas (Martín-Tereso e Martens, 2014). Desta forma, observa-se que as soluções administradas no experimento conseguiram manter as concentrações de cálcio e magnésio plasmáticas dos animais avaliados.

As concentrações urinárias de ureia ($Ureia_{Ur}$) são apresentadas na tabela 8. Não houve diferença significativa entre os grupos estudados neste projeto. Existe uma diferença significativa entre os tempos avaliados no grupo SECaCl. O menor valor

observado para $Ureia_{Ur}$ é apresentado em T8h e T24h, quando comparado aos tempos iniciais T-24h e a T0h. O mesmo comportamento das médias é apresentado no grupo SEACa, mas devido à alta dispersão dos dados estatísticos acaba por não ser significativa esta variação, mas ainda assim, apresenta significado clínico.

Após o início da terapia de hidratação, é observado em T8h que as concentrações de $Ureia_{Ur}$ diminuem, uma vez que neste tempo os animais apresentam hipostenúria e aumento do débito urinário. Deste modo, não existe diminuição da eliminação urinária de $Ureia_{Ur}$, mas um efeito de diluição urinária acontecendo.

As concentrações de creatinina urinária ($Creat_{Ur}$) estão descritas na tabela 8. Não foi apresentada nenhuma diferença significativa entre os grupos experimentados. Foi observada variação entre os tempos avaliados em ambos os grupos. No grupo SEACa houve uma variação mais homogênea estatisticamente, com o menor valor de $Creat_{Ur}$ em T8h quando comparado a todos os demais tempos. No grupo SECaCl, devido a uma maior dispersão dos dados, estatisticamente é demonstrado igualdade entre algumas médias, mas, assim como no grupo SEACa, são observados os menores valores para as médias de concentração de $Creat_{Ur}$ em T8h devido a hidratação.

Mesmo com jejum hídrico, as concentrações de creatinina plasmática continuaram sem variação, e isto é demonstrado pelas elevadas concentrações de $Creat_{Ur}$ observadas no T0h em ambos grupos. Após a terapia de hidratação, reposição do volume plasmático e aumento da função de filtração renal, devido a diluição urinária, os valores de $Creat_{Ur}$ se reduzem como o observado nos valores para $Ureia_{Ur}$. Ermita (2018) observou o mesmo comportamento nas médias de $Creat_{Ur}$ e $Ureia_{Ur}$, onde após seis horas de hidratação já ocorreu uma diminuição destas variáveis em relação ao momento inicial de hidratação.

O efeito de reservatório ruminal é um importante achado, tanto para diminuir os efeitos de desidratação destes animais quanto para liberação de soluções lentamente, sem que ocorra grandes desequilíbrios nestes animais. Trabalhos que visem a verificação deste controle ruminal sobre seu conteúdo líquido serão importantes para explicar os efeitos de soluções administradas diretamente no rúmen.

Observando estes resultados pode-se afirmar que ambas soluções podem ser utilizadas como fontes de reposição e manutenção hidroeletrólítica para bovinos adultos, e que possivelmente a solução SECaCl tem uma maior capacidade de acidificação devido à maior concentração de cloretos em sua composição. As

observações de efeitos tardios em T24h destas soluções devem ser verificadas para saber os reais efeitos delas sobre os bovinos, sem o efeito da alimentação em conjunto.

Novas pesquisas com animais fistulados poderão elucidar todos este conjunto de hipóteses e trazer mais conhecimento sobre este tema.

6. CONCLUSÃO

A sonda de pequeno calibre e a administração das soluções na velocidade de 15 mL/kg/h durante oito horas não causou desconforto aos animais, mostrou-se uma terapia de fácil aplicação, capaz de promover expansão volêmica sem causar alterações no perfil bioquímico e aumentando a produção urinária. Ambas as soluções podem ser usadas como fontes de hidratação em bovinos adultos, sendo a solução contendo cloreto de cálcio (SECaCl) a mais indicada para o uso em animais que apresentem alcalose metabólica.

7. 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 a glicose, à maltodextrina e ao sulfato de magnésio: resultados de laboratório. **Ciência Rural**, v.39, n.4, p.1126-1133, 2009.
- BIRGEL JUNIOR, E.H.; D'ANGELINO, J.L.; BENESI, F.J.; BIRGEL, E. H. Valores de referência do eritrograma de bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 53, n. 2, 2001.
- BOYD, J. W. The relationships between blood haemoglobin concentration, packed cell volume and plasma protein concentration in dehydration. **British Veterinary Journal**, v. 137, n. 2, p. 166-172, 1981.
- BUSHINSKY, D. A. Metabolic alkalosis decreases bone calcium efflux by suppressing osteoclasts and stimulating osteoblasts. **American Journal of Physiology-Renal Physiology**, v.271, n.1, p.216-222, 1996.
- CAMMACK, R. Assay, purification and properties of mammalian D-2-hydroxy acid dehydrogenase. **Biochemical Journal**, v. 115, n. 1, p. 55-64, 1969.
- CARLSON, G.P.; BRUSS, M. Fluid, electrolyte and acid-base balance. In: KANEKO, J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6th ed. London: Academic Press, 2008. p.529-559.
- CHOSHNIK, I.; SHKOLNIK, A. The rumen as a protective osmotic mechanism during rapid rehydration in the Bedouin black goat. In: **Alfred Benzon Symposium XI, Munksgaard**, v. 344, p.344-359, 1978.
- CLABOUGH, D. L.; SWANSON, C. R. Heart rate spectral analysis of fasting-induced bradycardia of cattle. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v.257, n. 6, p.1303-1306, 1989.
- 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.
- CONSTABLE, P. D. Fluid and electrolyte therapy in ruminants. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 19, n. 3, p. 557-597, 2003. (a)

- CONSTABLE, P. D. Hyperchloremic acidosis: the classic example of strong ion acidosis. **Anesthesia & Analgesia**, v. 96, n. 4, p. 919-922, 2003. (b)
- CONSTABLE, P. D., STÄMPFLI, H. R., NAVETAT, H., BERCHTOLD, J., & SCHELCHER, F. Use of a quantitative strong ion approach to determine the mechanism for acid—base abnormalities in sick calves with or without diarrhea. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 19, n. 4, p. 581-589, 2005.
- CONSTABLE, P.; GRÜNBERG, W.; STAUFENBIEL, R.; STÄMPFLI, H. R. Clinicopathologic variables associated with hypokalemia in lactating dairy cows with abomasal displacement or volvulus. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.242, n.6, p.826-835, 2013.
- CONSTABLE, P. D. Acid-base assessment: when and how to apply the Henderson-Hasselbalch equation and strong ion difference theory. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v.30, n.2, p.295-316, 2014.
- DiBARTOLA, S.P. **Fluid, Electrolyte, and Acid-base Disorders in Small Animal Practice**. 4th ed. St. Louis: Elsevier Saunders 2012; pp. 92-119.
- DIVERS, T. J.; PEEK, S. F. **Rebhun's Diseases of Dairy Cattle**. 2nd ed. St. Louis: Elsevier Saunders, 2007, pp.704.
- DUKES, H.; REECE, W. **Dukes, fisiologia dos animais domésticos**. 12th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogam, 2006, pp. 914.
- 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.
- ERMITA, P. A. N. **HIDRATAÇÃO COM SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS ENTERAIS DE MANUTENÇÃO CONTENDO DIFERENTES FONTES DE ENERGIA ADMINISTRADAS EM FLUXO CONTÍNUO VIA NASORRUMINAL EM BOVINOS**. 2018. 51f. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.
- FEITOSA, F.L.F. **Semiologia veterinária**. A arte do diagnóstico. 1st ed. São Paulo: Roca, 2004, pp 792.
- GALLA, J. H. Metabolic alkalosis. **Journal of the American Society of Nephrology**, v. 11, n. 2, p. 369-375, 2000.

GARELLA, S.; CHANG, B. S.; KAHN, S. I. Dilution acidosis and contraction alkalosis: review of a concept. **Kidney international**, v. 8, n. 5, p. 279-283, 1975.

GOFF, J. P. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. **The Veterinary Journal**, v. 176, n. 1, p. 50-57, 2008.

GONZALEZ, A.; KIRSCH, W. G.; SHIROKOVA, N.; PIZARRO, G.; BRUM, G.; PESSAH, I. N.; RIOS, E. Involvement of multiple intracellular release channels in calcium sparks of skeletal muscle. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 97, n. 8, p. 4380-4385, 2000.

GRÜNBERG, W. Treatment of phosphorus balance disorders. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 30, n. 2, p. 383-408, 2014.

HALL, J. E. **Guyton and Hall textbook of medical physiology**. 12th ed. St. Louis: Elsevier Saunders, 2011, pp. 1120.

HECKER, J. F.; BUDTZ-OLSEN, O. E.; OSTWALD, M. The rumen as a water store in sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 15, n. 6, p. 961-968, 1964.

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

KLINE, K.; FREY, L. P.; FOREMAN, J. H.; LYMAN, J. T. Effects of intravenous sodium bicarbonate and sodium acetate on equine acid-base status. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 25, n. 8, p.349-354, 2005.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3ª ed., Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciencia-Editora UFSM, 2011, pp. 212.

LUKE, R. G.; GALLA, J. H. It is chloride depletion alkalosis, not contraction alkalosis. **Journal of the American Society of Nephrology**, v. 23, n. 2, p. 204-207, 2012.

MARTÍN-TERESO, J.; MARTENS, H. Calcium and magnesium physiology and nutrition in relation to the prevention of milk fever and tetany (dietary management of macrominerals in preventing disease). **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 30, n. 3, p. 643-670, 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle: 2001**. National Academies Press. 2001, pp. 381.

NELSON, D. L.; LEHNINGER, A. L.; COX, M. M. **Lehninger principles of biochemistry**. 5th ed., Macmillan, 2008, pp. 1340.

PETERSEN, M. K.; MUSCHA, J. M.; MULLINIKS, J. T.; Roberts, A. J. Water temperature impacts water consumption by range cattle in winter. **Journal of animal science**, v. 94, n. 10, p. 4297-4306, 2016.

RADOSTITS, O.M.; GAY, C.C.; HINCHCLIF, K.W.; CONSTABLE, P.D. **Veterinary Medicine: a textbook of the diseases of cattle, sheep, goats, pigs and horses**. 10.ed. Saunders: Elsevier, 2007, pp. 2065.

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.; 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.; 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: Food Animal Practice**, v.30, n.2, p.429-439, 2014.

SMITH, B.P. **Large animal internal medicine**, 5th ed., St Louis: Elsevier Saunders, 2015, pp. 2024.

SPEIRS, V.C.; WRIGLEY, R.H. **Clinical Examination of Horses**, 1st ed., Philadelphia: W.B. Saunders, 1997, pp. 367.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Climatológica Principal de Viçosa. **Boletim meteorológico 2018**. Viçosa, 2018.

WHO. World Health Organization. **Oral rehydration salts: A new reduced osmolarity formulation**. 2014. Disponível em: <http://rehydrate.org/ors/expert-consultation.html>. Acesso em: 07 de agosto 2018.

YOUNG, J. B.; LANDSBERG, L. Suppression of sympathetic nervous system during fasting. **Science**, v. 196, n. 4297, p.1473-1475, 1977.

8. ANEXOS

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

Parâmetro	Valor de referência	Fonte
Biomarcadores fisiológicos		
Frequência cardíaca	40-80 bpm	Smith, 2015
Frequência respiratória	12-36 mpm	
Temperatura retal	37,3-39,2 °C	Feitosa, 2004
Movimentos ruminais	4-10 / 5min.	
Volume Globular %	25-42	Birgel Júnior et al., 2001

SMITH, Bradford P. **Large Animal Internal Medicine**. Elsevier Health Sciences, 2015.

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

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

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

Parâmetro	Valor de referência	Fonte
Bioquímica sérica		
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 et al., 2008
Magnésio mg/dL	1,8-2,3	Kaneko et al., 2008
Fósforo mg/dL	5,6-6,5	Smith, 2015
Ureia mg/dL	20-30	Kaneko et al., 2008
Creatinina mg/dL	1,0-2,0	Kaneko et al., 2008
Glicose mg/dL	45-75	Kaneko et al., 2008
Lactato mg/dL	5-20	Kaneko et al., 2008
Proteínas plasmáticas g/dL	6,7-7,5	Kaneko et al., 2008
Osmolaridade mOsm/L	270-300	Smith, 2015
Hemogasometria		
pH	7,31-7,53	Smith, 2015
Excesso de base mEq/L	0-6	Constable, 1999
Bicarbonato mEq/L	17-28	Smith, 2015
pCO ₂ mmHg	35-45	Constable, 1999
Ânion GAP mEq/L	14-20	Constable, 1999
DIF 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 domestic 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.